

**Incidencia de valores mínimos alternativos de cargas, en un sistema de particiones fijas
de mampostería y particiones livianas, con un análisis comparativo de costo en la ciudad de**

Barranquilla, Atlántico

Jholman Elifás Núñez Vivas

Jose Fernando Salas Barraza



Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Barranquilla, 2017

**Incidencia de valores mínimos alternativos de cargas, en un sistema de particiones fijas
de mampostería y particiones livianas, con un análisis comparativo de costo en la ciudad de**

Barranquilla, Atlántico

Jholman Elifás Núñez Vivas

Jose Fernando Salas Barraza

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Civil

Ing. Claudia Ayala Rueda

Tutora

Ing. Javier Alarcón González

Cotutor

Ing. Miguel Angel Alba Reyes

Asesor Metodológico

Universidad de la Costa (CUC)

Facultad de Ingeniería

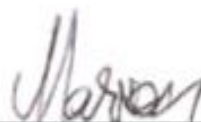
Ingeniería Civil

Barranquilla, 2017

Nota de aceptación

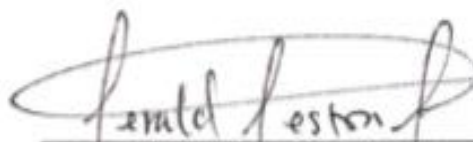
Calificación: 4,5

Teas mentoría.



Ing. Marion Sabau

Firma de jurado



Ing. Gerald Masha Rodriguez

Firma de jurado

Barranquilla, 30 de Mayo de 2017

Dedicatoria

A Dios por hacerme fuerte en los momentos cuando empezaba a decaer y por enseñarme que de nada sirve el talento cuando no se trabaja duro.

A mi familia por apoyarme en este duro camino que apenas es el comienzo de lo que quiero lograr y llegar a ser, especialmente a mi madre amada Álida Vivas que nunca bajó los brazos, me apoyó desde la distancia cuando más lo necesité y por entregarme el verdadero amor; el amor de mamá.

A mi padrastro Ramón Yesid Aponte quien se ganó mi cariño ocupando un lugar muy importante en mi vida y aportó lo que estuvo a su alcance para verme crecer como persona y profesional.

Jholman Elifás Núñez Vivas.

Dedicado a Dios por sus maravillas y fuerzas que me regala todos los días.

Al ingeniero Manuel Alarcón y esposa por cada palabra y consejo que me regalaron para ser un excelente ingeniero.

Al ingeniero Javier Alarcón y su empresa que nos ayudaron mucho con la facilitación de herramientas para el desarrollo de mi conocimiento y para que este proyecto sea posible, además de darnos la oportunidad de trabajar allí.

A compañeros de trabajo y de estudio que directa e indirectamente me ayudaron a desarrollar más conocimiento.

Jose Fernando Salas Barraza.

Agradecimientos

A mi tía Yocasta, mis primos Estiven e Indira por abrirme las puertas de su casa, brindarme el apoyo necesario para con el proyecto, ánimo, sinceridad y sobre todo por ser una gran familia durante uno de los periodos de mayor importancia en mi carrera profesional.

A Nuestros tutores Claudia y Javier, a nuestro asesor metodológico Miguel Ángel, por ser los principales colaboradores para lograr el desarrollo de este proyecto.

A Ana Milena (Ani), por acompañarme con sus ideas, sugerencias, apoyo, compartirme su corazón noble, aconsejándome y elevar mi estado de ánimo en situaciones difíciles.

Jholman Elifás Núñez Vivas.

A nuestra tutora Claudia Ayala, que con su energía y optimismo, me motivó a cumplir esta meta que servirá para el conocimiento de futuras generaciones de ingenieros civiles.

A mi familia que muchas veces no compartí tiempo con ellos por los sacrificios que cada día se realizan para ser alguien en la vida y principalmente a mi madre por comprenderme y saber lo mucho que me esforcé para verla feliz de mi.

A Sheila Martínez por ser una persona sincera y solidaria en los momentos que la necesite, además una muy buena amiga que está siempre en mi corazón.

A mi padre que me apoyo en todo este proceso de preparación como ingeniero civil, siempre estaré agradecido por su confianza y paciencia que tuvo en todo este tiempo.

A todos los profesores que pasaron en mi proceso de aprendizaje en la universidad, todos dejaron un granito de conocimiento en mi cerebro.

Jose Fernando Salas Barraza.

Incidencia de valores mínimos alternativos de cargas

Resumen

Este proyecto se desarrolló con el fin de determinar la incidencia de los valores alternativos mínimos de carga, sugeridos por la Norma Colombiana Sismoresistente (NSR-10) para un sistema de particiones fijas de mampostería y particiones livianas con un análisis de costo en la ciudad de Barranquilla, Atlántico. Para evaluar los valores alternativos mínimos de carga, se trabajó con una estructura cúbica de 12 niveles o pisos incluyendo la cubierta, con una piscina ubicada en el último piso a la derecha del edificio, el ascensor y escaleras están en una ubicación central; estas características fueron tomadas a partir de los resultados obtenidos en las encuestas de tendencias sobre cómo se está construyendo en la ciudad de Barranquilla, las encuestas fueron aplicadas a estudiantes, jubilados, activos de la ingeniería civil y arquitectos. Se realizaron visitas de obra, en donde se tomó un registro fotográfico que sirve como soporte para verificar los resultados de la encuesta de tendencias realizada, allí se observó estructuras de más de 10 niveles de altura, con particiones de mampostería tradicional y maciza de concreto con ocupación del tipo residencial y empresarial. Los costos se determinaron teniendo en cuenta que la estructura tiene las mismas secciones de elementos estructurales para el análisis realizado con los tres tipos de particiones en estudio (particiones en mampostería tradicional, maciza de concreto y livianas).

Palabras clave: Estructura, particiones fijas, particiones livianas, cargas, costos.

Incidencia de valores mínimos alternativos de cargas

Abstract

This project was developed in order to determine the incidence of alternative minimum charge values, suggested by the Colombian Seismoresistant Standard (NSR-10) for a fixed partition system of masonry and lightweight partitions with a cost analysis in the city of Barranquilla, Atlántico. To evaluate the alternative minimum load values, we worked with a cubic structure of 12 levels or floors including the deck, with a pool located on the top floor on the right side of the building, the elevator and stairs which are in a central location; These characteristics were taken from the results obtained in the trend surveys on how it is being constructed in the city of Barranquilla, the surveys were applied to students, retirees, civil engineering actives and architects. Work visits were made, where a photographic record was taken that serves as a support to verify the results of the survey of tendencies realized, there were structures of more than 10 levels of height observed, with partitions of traditional masonry and solid of concrete with Occupancy of the residential and business type. The costs were determined taking into account that the structure has the same sections of structural elements for the analysis performed with the three types of partitions under study (partitions in traditional masonry, concrete and lightweight masonry).

Key words: Structure, fixed partitions, lightweight partitions, loads, costs.

Contenido

Lista de tablas y figuras.....	xi
Introducción	15
1. Planteamiento del problema.....	17
1.1 Descripción del problema	17
1.2 Formulación de problema	18
2. Justificación.....	19
3. Objetivos	20
3.1 Objetivo General.....	20
3.2 Objetivos específicos	20
4. Estado del arte	21
5. Marco conceptual	26
5.1 Desplazamiento de losas	26
5.2 Deformaciones en las estructuras	26
5.3 Desplazamiento lateral y Distorsión en columnas.....	27
5.4 Sistema constructivo tradicional	28
5.5 Sistema constructivo no convencional.....	28
6. Marco teórico	30
7. Diseño metodológico	34
7.1 Encuesta de tendencia.....	34
7.2 Características socioeconómicas.....	38
7.3 Particiones.....	41
7.4 Resumen de tendencia	44
7.5 Visita de obras	44
8. Información general del proyecto	48
8.1 Localización.....	48
8.2 Especificaciones.....	48
8.3 Parámetros de diseño sin particiones de mampostería.....	48
8.3.1 Especificaciones de cargas.	52
8.3.1.1 Carga muerta.	52
8.3.1.2 Carga Viva.	53
9. Resultados para valores mínimos alternativos de cargas	55
9.1 Particiones con la carga muerta mínima indicada por la NSR-10	55
9.2 Particiones de mampostería tradicional	57
9.2.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas para particiones de mampostería tradicional.	57

9.3 Particiones macizas de concreto	61
9.3.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas para particiones macizas de concreto.....	62
9.4 Particiones livianas (Drywall)	66
9.4.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas con la Q_m aportada por el Drywall.....	66
10. Discusiones	71
10.1 Desplazamientos máximos en losas.....	71
10.2 Deformaciones	73
10.3 Distorsiones en columnas	74
10.4 Desplomes en columnas.....	75
10.5 Desplazamientos en columnas	76
10.6 Refuerzo (kg)	77
11. Resultados para cargas calculadas	78
11.1 Particiones fijas y livianas con cargas calculadas.....	78
11.2 Carga muerta por losa para particiones en mampostería tradicional	78
11.3 Carga muerta por losa para particiones en mampostería maciza de concreto	79
11.4 Carga muerta por losa para particiones livianas (Drywall)	80
11.5 Particiones de mampostería tradicional (Drywall)	82
11.5.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas para particiones de mampostería tradicional.	83
11.6 Particiones de mampostería maciza de concreto	87
11.6.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas para particiones macizas de concreto.....	87
11.7 Particiones livianas (Drywall)	91
11.7.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas para particiones livianas.....	91
12. Discusiones	95
12.1 Desplazamientos en losas	95
12.2 Deformaciones	97
12.3 Distorsiones en columnas	98
12.4 Desplomes en columnas.....	100
12.5 Desplazamientos máximos en columnas	101
12.6 Refuerzo (kg)	102
13. Costos y presupuestos	104
13.1 Costos.....	104
13.1.1 Sispac.....	104
13.1.2 Promedio del mercado.....	105
13.2 Presupuesto	108
13.2.1 Armado de acero.....	108
13.2.2 Vaciado de concreto.	112
13.2.3. Levante de muro mampostería fija	116
13.2.4 Estuco y pañete.....	120

13.2.5 Instalación de drywall.....	122
13.2.6 Presupuesto y análisis comparativo.....	124
14. Discusiones costos y presupuesto	129
15. Conclusiones	131
16. Recomendaciones.....	132
Referencias	133

Lista de tablas y figuras

Tablas

Tabla 7.1 Resumen visitas de obra	45
Tabla 9.1 Distorsión y desplome máximos en columnas.....	60
Tabla 9.2 Desplazamientos máximos en columnas	61
Tabla 9.3 Resumen cuantías de obra.....	61
Tabla 9.4 Tabla distorsión absoluta máxima y desplome total máximo en columnas.....	65
Tabla 9.5 Tabla desplazamientos máximos en columnas	65
Tabla 9.6 Tabla resumen cuantías de obra.....	65
Tabla 9.7 Tabla distorsión absoluta máxima y desplome total máximo en columnas.....	69
Tabla 9.8 Tabla desplazamientos máximos en columnas	70
Tabla 9.9 Tabla resumen cuantías de obra.....	70
Tabla 10.1 Resumen desplazamientos máximos en columnas	71
Tabla 10.2 Resumen deformación de la estructura	73
Tabla 10.3 Resumen distorsión absoluta máxima en columnas bajo situaciones transitorias	74
Tabla 10.4 Resumen distorsión absoluta máxima en columnas bajo situaciones sísmicas	74
Tabla 10.5 Resumen desplomes máximos en columnas bajo situaciones transitorias	75
Tabla 10.6 Resumen desplomes máximos en columnas bajo situaciones sísmicas.....	75
Tabla 10.7 Resumen desplazamientos máximos en columnas bajo situaciones transitorias	76
Tabla 10.8 Resumen desplazamientos máximos en columnas bajo situaciones sísmicas	76
Tabla 11.1 Tabla resumen de cargas muertas calculadas por losa y tipo de mampostería	82
Tabla 11.2 Tabla distorsión absoluta máxima y desplome total máximo en columnas.....	86
Tabla 11.3 Tabla desplazamientos en columnas.....	86
Tabla 11.4 Tabla resumen cuantías de obra.....	86
Tabla 11.5 Tabla distorsión absoluta máxima y desplome total máximo en columnas.....	90
Tabla 11.6 Tabla desplazamientos en columnas.....	90
Tabla 11.7 Tabla resumen cuantías de obra.....	90
Tabla 11.8 Tabla distorsión absoluta máxima y desplome total máximo en columnas.....	94
Tabla 11.9 Tabla desplazamientos en columnas.....	94
Tabla 11.10 Tabla resumen cuantías de obra.....	94
Tabla 12.1 Resumen desplazamientos máximos en columnas	95
Tabla 12.2 Resumen deformación de la estructura.....	97
Tabla 12.3 Resumen distorsión absoluta máxima en columnas bajo situaciones transitorias	98
Tabla 12.4 Resumen distorsión absoluta máxima en columnas bajo situaciones sísmicas	99
Tabla 12.5 Resumen desplomes máximos en columnas bajo situaciones transitorias	100
Tabla 12.6 Resumen desplomes máximos en columnas bajo situaciones sísmicas.....	100
Tabla 12.7 Resumen desplazamientos máximos en columnas bajo situaciones transitorias	101
Tabla 12.8 Resumen desplazamientos máximos en columnas bajo situaciones sísmicas	101
Tabla 13.1 Herramientas menores para armado de acero	106
Tabla 13.2 Herramientas para vaciado de concreto en losas, columnas y muros	106
Tabla 13.3 Herramientas menores para levante de muro y pañete	106
Tabla 13.4 Herramientas menores para drywall y estucado	107
Tabla 13.5 Herramientas menores personales	107
Tabla 13.6 Armado de cero de refuerzo en columnas	109

Tabla 13.7 Armado de acero de refuerzo en muros de ascensor	109
Tabla 13.8 Armado de acero de refuerzo entrepisos.....	111
Tabla 13.9 Vaciado de concreto para losa maciza.....	113
Tabla 13.10 Vaciado de concreto muros de ascensores.....	114
Tabla 13.11 Vaciado de concreto en columnas	114
Tabla 13.12 Dimensiones de bloque	116
Tabla 13.13 Levante de muro en bloque samo sin barra corrugada	117
Tabla 13.14 Levante de muro en bloque de cemento 10 x 20 x 40 sin barra corrugada	117
Tabla 13.15 Levante de partición en mampostería fija de bloque samo	118
Tabla 13.16 Levante de partición en mampostería fija de bloque cemento.....	119
Tabla 13.17 Estucado de partición en mampostería fija	120
Tabla 13.18 Pañete de partición en mampostería fija	121
Tabla 13.19 Instalación de particiones livianas en placa de drywall	123
Tabla 13.20 Presupuesto de estructura sin particiones	125
Tabla 13.21 Presupuesto estructura con particiones en mampostería fija (bloque samo)	126
Tabla 13.22 Presupuesto estructura con particiones en mampostería fija (bloque cemento)	127
Tabla 13.23 Presupuesto de estructura con particiones livianas	128
Tabla 14.1 Resumen costo directo y porcentaje de aumento.....	129

Figuras

Figura 5.1 Derivas en columnas.....	27
Figura 7.1 Encuesta de tendencia.....	34
Figura 7.2 Encuesta de tendencias	35
Figura 7.3 Encuesta de tendencia.....	37
Figura 7.4 Encuesta de tendencia.....	37
Figura 7.5 Dedicación del encuestado	39
Figura 7.6 Tipos de proyectos que más se ejecutan en la ciudad de Barranquilla.....	39
Figura 7.7 Número de pisos en una edificación en la ciudad de Barranquilla.....	39
Figura 7.8 Calificación del sector de la construcción en Barranquilla	40
Figura 7.9 Edificaciones actualmente en la ciudad de Barranquilla	41
Figura 7.10 Forma geométrica de las edificaciones en la ciudad de Barranquilla	41
Figura 7.11 Particiones más usadas actualmente en Barranquilla	42
Figura 7.12 Comportamiento del tipo de partición escogida en zona de sismicidad baja	42
Figura 7.13 Partición más rápida de construir	43
Figura 7.14 Partición con menor costo económico.....	43
Figura 7.15 Resumen de encuesta.....	44
Figura 8.1 Zona de amenaza sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av.....	49
Figura 8.2 Mapa de valores Aa	50
Figura 8.3 Mapa de valores Av	51
Figura 8.4 Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales verticales – muros	52
Figura 8.5 Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se efectúe un análisis más detallado.....	53
Figura 8.6 Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas.....	54

Figura 9.1 Vista 3D.....	55
Figura 9.2 Niveles de entepiso	56
Figura 9.3 Cargas para CYPE.....	57
Figura 9.4 Losa 1 – Piso 1 (Lobby)	58
Figura 9.5 Losa 2 a la 5.....	58
Figura 9.6 Losa 6 a la 8.....	58
Figura 9.7 Losa 9	59
Figura 9.8 Losa 10 (Alttillo)	59
Figura 9.9 Losa 11 – Cubierta (Terraza).....	59
Figura 9.10 Losa 12 (Fondo tanque).....	60
Figura 9.11 Deformada con la Qm dispuesta por la NSR-10	60
Figura 9.12 Cargas para CYPE.....	61
Figura 9.13 Losa 1 – Piso 1 (Lobby)	62
Figura 9.14 Losa 2 a la 5.....	62
Figura 9.15 Losa 6 a la 8.....	63
Figura 9.16 Losa 9	63
Figura 9.17 Losa 10 (Alttillo)	63
Figura 9.18 Losa 11 – Cubierta (Terraza).....	64
Figura 9.19 Losa 12 (Fondo tanque).....	64
Figura 9.20 Deformada con la Qm dispuesta por la NSR-10	64
Figura 9.21 Cargas para CYPE.....	66
Figura 9.22 Losa 1 – Piso 1 (Lobby).....	66
Figura 9.23 Losa 2 a la 5.....	67
Figura 9.24 Losa 6 a la 8.....	67
Figura 9.25 Losa 9	67
Figura 9.26 Losa 10 (Alttillo)	68
Figura 9.27 Losa 11 – Cubierta (Terraza).....	68
Figura 9.28 Losa 12 (Fondo tanque).....	68
Figura 9.29 Deformada con la Qm dispuesta por la NSR-10	69
Figura 10.1 Distribución desplazamientos máximos en losas	72
Figura 10.2 Distribución de deformaciones máximas en la estructura	73
Figura 10.3 Distribución refuerzo estimado para la estructura.....	77
Figura 11.1 Cargas para CYPE.....	82
Figura 11.2 Losa 1 – Piso 1 (Lobby)	83
Figura 11.3 Losa 2 a la 5.....	83
Figura 11.4 Losa 6 a la 8.....	83
Figura 11.5 Losa 9	84
Figura 11.6 Losa 10 (Alttillo)	84
Figura 11.7 Losa 11 – Cubierta (Terraza).....	84
Figura 11.8 Losa 12 (Fondo tanque).....	85
Figura 11.9 Deformada con la Qm calculada	85
Figura 11.10 Cargas para CYPE.....	87
Figura 11.11 Losa 1 – Piso 1 (Lobby)	87
Figura 11.12 Losa 2 a la 5.....	87
Figura 11.13 Losa 6 a la 8.....	88
Figura 11.14 Losa 9	88

Figura 11.15 Losa 10 (Altílo)	88
Figura 11.16 Losa 11 – Cubierta (Terraza).....	89
Figura 11.17 Losa 12 (Fondo tanque).....	89
Figura 11.18 Deformación de la estructura con la Qm calculada.....	89
Figura 11.19 Cargas para CYPE.....	91
Figura 11.20 Losa 1 – Piso 1 (Lobby)	91
Figura 11.21 Losa 2 a la 5.....	91
Figura 11.22 Losa 6 a la 8.....	92
Figura 11.23 Losa 9	92
Figura 11.24 Losa 10 (Altílo)	92
Figura 11.25 Losa 11 – Cubierta (Terraza).....	93
Figura 11.26 Losa 12 (Fondo tanque).....	93
Figura 11.27 Deformada con la Qm calculada	93
Figura 12.1 Distribución desplazamientos máximos en losas	97
Figura 12.2 Distribución de deformaciones máximas en la estructura	98
Figura 12.3 Distribución refuerzo estimado para la estructura.....	103
Figura 13.1 Propiedades y dimensionamiento de bloque	116
Figura 13.2 Particiones de Drywall	122
Figura 13.3 Instalación de sistema de particiones livianas (Drywall)	124
Figura 14.1 Distribución costo directo y porcentaje de aumento	129

Introducción

El objetivo principal de este proyecto es evaluar los valores mínimos alternativos de cargas en un sistema de particiones fijas de mampostería tradicional, mampostería maciza de concreto y particiones livianas, con un análisis comparativo de costo en la ciudad de Barranquilla Atlántico, para determinar cuál de los dos sistemas es más conveniente utilizar. El proyecto que se analizara está compuesto por una estructura de uso residencial conformada por 12 niveles incluyendo la cubierta, el material para las particiones livianas con el cual se hará el análisis de carga es el Drywall, ya que este es un material muy versátil y es utilizado tanto para exteriores como para interiores en edificios de hasta 20 pisos.

Aquí, se encuentran los resultados sobre encuestas de tendencias en la construcción y un registros fotográficos de visitas de obra que se realizaron en la ciudad de Barranquilla, las encuestas fueron preparadas para estudiantes de ingeniería civil, ingenieros y arquitectos con el fin de realizar un estudio socioeconómico para constatar cómo y en qué sectores se está construyendo en la ciudad.

Las variables a tener en cuenta para afirmar cual sistema de particiones es más eficiente son los desplazamientos que sufre cada una de las losas, deformaciones, distorsiones, desplomes y desplazamientos que toleran las columnas de la estructura bajo su peso propio, cargas vivas de uso residencial, cargas de particiones en mampostería tradicional, particiones livianas, mampostería maciza de concreto y las diferencias entre cuantías de obra que ofrece un tipo de partición respecto a la otra. Para mayor practicidad se analiza la estructura bajo las mismas características geométricas y secciones de elementos estructurales.

Las cargas aplicadas a la edificación recaen directamente al suelo, la cimentación no se ha modelado junto a la superestructura. Se aclara que para el análisis de carga realizado con ayuda del programa de cálculo estructural (CYPECAD) se despreciaron las cargas lineales en escaleras, empujes del terreno en muros de contención y empujes de agua en los muros de la piscina. Las razones por las cuales se despreciaron estas cargas fueron para lograr que se destaque el alcance del proyecto, es decir, que en el análisis del comportamiento de la estructura frente a cargas de particiones en mampostería tradicional, liviana y muros en concreto reforzado se pueda observar claramente las diferencias entre las variables en estudio, de esta manera no sobresalen otras cargas, desplazamientos o deformaciones que no sean las producidas por el peso de la estructura y de las particiones de mampostería, esto ayuda a concluir de una forma veraz y con buenos argumentos el sistema de particiones que brinde un equilibrio entre su comportamiento con la estructura y por supuesto su valor económico que finalmente tiene el gran impacto en la toma de decisiones sobre la ejecución del proyecto.

En cuanto al análisis comparativo de costos, aparte del valor de los elementos que conforman cada tipo de particiones, también se tiene presente el costo de mano de obra y asistencia técnica que se requiera durante el proceso constructivo. Otra variable que repercute al dar una respuesta final y elegir el sistema mejor equilibrado, es el tiempo de construcción que demande cada uno de los tres tipos de particiones ensayados.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema

En la segunda guerra mundial se vino la necesidad de realizar estructuras militares que enfrentara la escasez de mano de obra y de material, con el fin de encontrar maneras más rápidas de construir y liviano para el transporte dentro de las ciudades. La solución fue un sistema de placas de yeso que ahora es llamado como drywall, debido a su rápida y flexible puesta en obra, su uniformidad y lisa superficie lograda, donde solo necesitaría una capa fina de yeso para las uniones.

En el periodo de la posguerra donde ya se había bajado las tensiones entre países y la derrota de Alemania; en estados unidos se produjo un éxito total en la construcción, con la implementación de este material por características eficaces y terminación eficiente con las necesidades constructivas de una estructura.

Años atrás el sistema de particiones livianas ha venido cogiendo fuerza en muchas ciudades del mundo como alternativa eficaz para convertirse en una opción sostenible y segura, en muchos sectores de la construcción, como en teatros, bibliotecas, centros deportivos y todo tipo de viviendas. Esta tecnología de drywall que le ofrece un aceptable comportamiento sismo-resistente, tiene durabilidad ilimitada, alcanza un menor tiempo de ejecución de la obra y una mayor productividad, los componentes metálicos de este sistema logran una buena repartición de las cargas, es un material inorgánico y no degradable que ayuda a disminuir el impacto al medio ambiente.

Este tipo de partición liviano llego a Colombia a mediados de los años noventa, con el fin de lograr el impacto dejado en otras ciudades del mundo, pero se encontró con la cultura arraigada

de concreto, ladrillo y bloque, que impidió que evolucionara con rapidez, hoy su uso a tomando cierta fuerza que mantiene este material en un nivel considerable del mercado, pero no alcanza a tomar una ventaja con respecto a otras particiones como bloque de cemento y bloque de arcilla. Si nos vamos a la ciudad de barranquilla nos podemos fijar que los sistemas de particiones más usados son los tradicionales de bloque, donde ya en muchos países dejaron de usarlos por remplazarlos por materiales más livianos y que cumplen con las especificaciones estructurales.

Si otros países ya tomaron alternativas tecnológicas para reducir costo y tiempo en las particiones internas y externas, como una ciudad como Barranquilla sigue utilizando métodos arcaicos, comparándolo con estos métodos modernos, debería de tener más gastos que perjudicarían al constructor.

1.2 Formulación de problema

En la ciudad de Barranquilla continúan utilizando particiones fijas de mampostería, que según el arquitecto Carlos paredes en su artículo “Comparativa distintos tipos de muros: nuevos y tradicionales” este tipo de partición genera un gasto mayor que los sistemas de particiones livianas que actualmente se construyen y su influencia considerable como carga, que generaría a la estructura.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, induce a plantear el siguiente interrogante:

¿Qué incidencia tendrían los valores mínimos alternativos de carga en un sistema de particiones fijas de mampostería y particiones livianas, con un análisis comparativo de costo en la ciudad de Barranquilla - Atlántico?

2. Justificación

La tecnología hoy por hoy se ha diversificado ampliamente. Las opciones son muchas al momento de escoger el tipo de partición que se pretende para un proyecto de construcción, se puede levantar desde paredes en yeso seco, hasta paredes plástica que se lavan solo con agua y jabón. Así, con el impactante avance de métodos de construcción, las múltiples opciones que el mercado ofrece para el beneficio de un proyecto son muchísimas a diferencia de años atrás.

Si la tecnología en estos tipos de sistemas sigue avanzando, pero en la ciudad de Barranquilla se continúa utilizando sistemas de particiones fijas; sería importante realizar una investigación que permita evaluar el comportamiento de las diferentes particiones en parámetros de desplazamiento y deformación debido a las cargas aplicadas a una estructura, que refleje los diferentes análisis de resultados incluyendo su efecto económico, al evaluarlo con costo directo por medio de un comparativo que se ajuste a beneficios económico, y tiempo constructivo.

Con este sistema de análisis se observará la viabilidad en la que la ciudad está sometida actualmente, para eso se registraran parámetros de tendencias en toda la ciudad e incidencia en el sector de la construcción. Con este análisis el constructor tendrá un panorama más amplio en la selección de este tipo de elementos, mostrando las ventajas económicas y modernas que le dejaría a la ciudad, con mas manera de innovar y que resulten en la reducción del presupuesto de cualquier proyecto que se quiera construir en Barranquilla.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

- ✓ Evaluar y determinar que incidencia tienen los valores mínimos alternativos de cargas, en un sistema de particiones fijas de mampostería tradicional, mampostería maciza de concreto y particiones livianas (Drywall), con un análisis comparativo de costo en la ciudad de Barranquilla Atlántico, para determinar cuál de los sistemas es más conveniente a utilizar.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar un análisis de las diferentes edificaciones que en la región se están construyendo, teniendo en cuenta la arquitectura, la cantidad de pisos y que tipo de particiones se están utilizando por zona.
- ✓ Calcular edificaciones con las características que actualmente se están construyendo, mediante un programa de análisis estructural (CYPECAD 2017), donde se calcule con los valores mínimos alternativos de cargas en un sistema de particiones fijas de mampostería, mampostería maciza de concreto y particiones livianas.
- ✓ Analizar los resultados obtenidos con el fin de darle una conclusión donde se expongan los impactos socioeconómicos, estructurales y versatilidad de cada tipo de particiones en desarrollo.
- ✓ Entregar estadísticas y gráficos que ayuden a definir qué sistema de particiones ofrece menores desventajas a nivel estructural, económico y ejecución del proyecto.

4. Estado del arte

En términos generales, en la ciudad de Barranquilla y otras ciudades de Colombia, e incluso en países desarrollados, los sistemas de particiones en mampostería tradicional y maciza de concreto son los más usados para pequeñas y grandes construcciones, mientras que los sistemas en particiones livianas se les han dado menor participación en la construcción. Uno de los países pioneros de las particiones livianas, usando placas de yeso, conocidas actualmente como “Drywall” fue Estados Unidos en la segunda guerra mundial, dándole solución a la escasa mano de obra y reduciendo el tiempo de construcción por ser un material liviano y de fácil instalación.

Las particiones livianas son las más utilizadas en Estados Unidos, Reino Unido, Países Bajos y Perú, en este sistema han encontrado un ahorro considerable tanto de material como de mano de obra, adicional a esto, es posible duplicar el rendimiento de trabajo en comparación con el empleo de particiones fijas de mampostería. Actualmente, en Colombia la ciudad en donde se ejecutan la mayor cantidad de proyectos con sistemas de particiones livianas es Medellín, Antioquia; por ejemplo, se construyó la fachada y revestimiento del concesionario FOTON, además se hizo todo el cielo raso del Centro Comercial Gran Plaza y se han hecho divisiones de oficinas en estructuras de uso empresarial- (CLV, 2017).

En cuanto al rendimiento, los estándares de Singapur SS492: 2001 manifiestan que el sistema es adecuado, habiendo superado las pruebas correspondientes de resistencia y robustez tales como: rigidez, slam, impacto y anclajes pesados. Los Drywall de alto rendimiento se someten a pruebas rigurosas de resistencia y pueden tener una carga mínima de 25 Kg en cada punto- (Building and Construction Authority, 2016).

Uno de los factores de mayor importancia por el cual se deben usar sistemas de particiones livianas es para en el futuro facilitar una remodelación interna a un bajo costo económico. “Los interiores de edificios deberán estar diseñados para proporcionar flexibilidad para futuras modificaciones. Las paredes de soporte de carga deben ser minimizadas y restringidas a áreas como el núcleo del edificio para escaleras, pozos de ascensor e inodoros. Todas las demás paredes internas no tendrán que soportar cargas y serán fácilmente removibles y alterados a un costo mínimo” (Griffith University, 2016, p.1.).

El sistema de mampostería es el más duradero de todos los materiales de construcción. La excepcional integridad estructural y durabilidad de las paredes de mampostería tradicionales se derivan de las propiedades inherentes de los materiales, de la robustez y las redundancias incorporadas de estos conjuntos. Las modernas paredes de mampostería han evolucionado para aplicar estos beneficios históricos para hacer frente a los desafíos de los diseños de edificios actuales- (Masonry technical manual, 2011). Sin embargo, los sistemas de particiones fijas de mampostería por ser pesados y por su manera de construirse, hace que el tiempo de levantamiento de muros y divisiones de interiores sea mucho más lento y costoso.

Debido a los costos elevados de sistemas fijos de mampostería, los países nombrados anteriormente como el Reino Unido y Perú, se vieron en necesidad de crear empresas dedicadas exclusivamente a la venta y fabricación de sistemas de particiones livianas, fabrican desde láminas de yeso hasta la perfilaría de aluminio donde se ensamblan o anclan las láminas de material liviano. Por ejemplo, la empresa Británica British Gypsum ofrece una gama completa de sistemas de particiones y divisiones livianas para uso en edificios nuevos y existentes que a su vez cubren todas las aplicaciones, desde la simple división del espacio hasta las paredes de alto rendimiento- (British Gypsum, 2017).

Otro ejemplo claro curre en Perú, exactamente en la ciudad de Lima donde la empresa MAMETSA es una de las principales proveedoras de perfilería de aluminio como rieles y parantes que soportan las placas de yeso seco- (MAMETSA, 2014). Este fue el primer país en Latinoamérica donde se utilizó este tipo de particiones, principalmente utilizadas para rehabilitación y remplazo de particiones fijas en estructuras pequeñas como iglesias y viviendas.

La Structural Masonry Cost Guide de Canadá, brinda tablas de costos generales para mano de obra y materiales del levantamiento de paredes o particiones de edificios. Las variaciones de costos de las particiones se dan como adiciones o deducciones del rango de costo línea de base. Estos costos se basan en paredes comerciales típicas en el área de la ciudad de Vancouver, reflejando el mercado del área, a su vez las áreas lejanas que requieren el envío de materiales pueden ver precios ligeramente más altos (Canadian Masonry Contractors Association, 2016).

En Colombia existen manuales de precios como el Sispac, Construdata y Construred, los cuales sirven como guía general del costo real de los materiales requeridos para la implementación de particiones de mampostería y liviana. También existen programas con valores de mercado actualizados de costos; el generador de precios de CYPECAD es uno de ellos, es herramienta completa para países del continente Americano, Africano y Europeo. “Las partidas del generador de precios están desarrolladas con un número elevado de parámetros, que se activan en pantalla de forma clara y sencilla. Este hecho lo convierte en una útil guía de diseño, ya que la base de precios está organizada para proponer tan sólo las alternativas de combinación de parámetros que sean razonables” (CAD Proyectos y consultoría S.A.S, 2017).

Los sistemas livianos de particiones, reportan menores daños a una estructura por su bajo peso, con particiones fijas ocurre lo contrario, la estructura se ve mayormente afectada por el

peso de este tipo de particiones que van desde los 200 kg/m² hasta los 640 kg/m² según los valores mínimos alternativos de carga de la Norma Colombiana Sismo Resistente (NSR-10).

Materiales como el corcho y el Drywall, de uso tradicional en Portugal, aparte de ser livianos resuelven problemas de entrada de ruido, ya que son considerados materiales acústicos, el tipo tradicional de particiones interiores en la industria portuguesa de la construcción de edificios ha sido y sigue siendo la pared pesada del ladrillo (hueco) de 7 cm de anchura con el yeso de 3 cm. Este tipo de solución no es más barata, con respecto al coste total de materiales utilizados y costos laborales; sin embargo, el cambio de las particiones pesadas tradicionales se ha debido lentamente a los costes de mano de obra muy bajos en la industria portuguesa de construcción de edificios (António P.O. Carvalho, 2002).

Ahora bien, como se nombró anteriormente, el uso de particiones livianas es excesivo en Norte América, se ha trabajado en el mejoramiento del producto para disminuir la entrada de sonido no deseado o ruido, el cual era un factor determinante al evaluar la factibilidad del uso de este sistema; según S. D. Gatland II, en su artículo “Lightweight Partition Design Concerns for Residential and Commercial Buildings in North America” en el 33rd Congreso y Exposición Internacional de Ingeniería de Control de Ruido, los sistemas livianos ayudan a controlar la transmisión de sonido producida por el aire y la estructura a través de las paredes.

En la actualidad, para promover el uso de sistemas de particiones livianas, varios países han desarrollado equipos para la fácil y rápida instalación de estos sistemas livianos o ligeros como comúnmente se conocen, uno de ellos es Sudáfrica con la South African Building Interior Systems Association (SABISA) que promueve la parte de la industria de la construcción que se especializa en el acabado interior y remodelación de edificios, garantizando que la instalación

cumple con los estándares mínimos de rendimiento- (Association of Architectural Aluminium Manufacturers of South Africa, 2004).

5. Marco conceptual

5.1 Desplazamiento de losas

Los desplazamientos horizontales producidos en las losas de concreto, pueden ser debido al efecto de múltiples factores, algunas de ellos por los efectos térmicos, fuerzas horizontales de viento, sismos y por las cargas a las cuales está sometida la losa, que en su gran mayoría son combinaciones de cargas vivas, muertas y carga permanente. Los desplazamientos allí producidos son imperceptibles a simple vista, son milimétricos bajo situaciones persistentes o transitorias y un poco más notables bajo acción sísmica.

5.2 Deformaciones en las estructuras

Todo elemento estructural que es sometido a la acción de una o más cargas se deforma, cuando la estructura cuenta con un buen diseño estructural en referencia a las cargas y condiciones a las cuales va a estar sometida, las deformaciones que se producen son imperceptibles, por lo que deben ser medidas con ayuda de instrumentos de alta precisión.

Las deformaciones de un elemento estructural pueden ser descritas como variaciones del estado físico del elemento por causas como variación en la temperatura, una fuerza mecánica externa, algún cedimento en apoyos, etc. Las deformaciones producidas pueden ser elásticas, cuando la estructura se recupera completamente al desaparecer la acción que produce el efecto deformante y cada partícula que conforma el elemento regresa a su posición inicial y permanente.

En la realidad, no es posible que las deformaciones sean exclusivamente elásticas o exclusivamente permanentes, por lo que todo cuerpo estructural después de haber sido deformado, al cesar la acción que lo produjo, no vuelve nunca a su condición inicial; así,

aplicando un esfuerzo pequeño a un cuerpo poco elástico, la deformación tiende a anularse al menos en parte (Morales, 2013). En la práctica, se le llama a un cuerpo elástico, cuando la deformación permanente que sufre es casi imperceptible.

5.3 Desplazamiento lateral y Distorsión en columnas

En lo referente a la revisión de desplazamientos laterales, una de las medidas representativas es un sistema estructural que está sujeto a fuerzas laterales es el desplazamiento lateral de entrepiso, es decir, el que existe entre un piso y el siguiente.

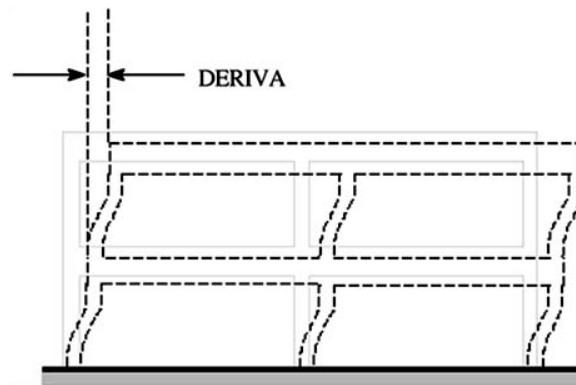


Figura 1. Dibujo esquemático que representa la distorsión o deriva en columnas. Adaptado de “Universidad Politécnica de Valencia” por F. Martínez, 2016.

Resulta necesaria la obtención de un índice adimensional de esta medida de la respuesta mediante la división del desplazamiento lateral de entrepiso entre la altura. A este índice de le denomina distorsión de entrepiso o deriva, este resulta ser el parámetro más importante para comparar el comportamiento de distintos sistemas estructurales y así determinar el grado de daño que puede presentarse. Este parámetro se conoce como factor de ductilidad de entrepiso y se define como la relación del máximo desplazamiento del entrepiso antes del colapso y el que corresponde al desplazamiento en el cual se presenta la primera fluencia en alguna sección.

Ahora bien, cuando se diseña, se tiene en cuenta del factor de ductilidad global, que es la relación que existe entre el desplazamiento de la punta que se encuentra en su máxima altura al presentarse el colapso, y el desplazamiento en la punta al presentarse la primera fluencia en alguna sección.

Las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos producidos por las acciones sísmicas, calculados con algunos de los métodos para análisis sísmico, no excederán 0.006 veces la diferencia de elevaciones correspondiente, salvo que no hay elementos incapaces de soportar deformaciones apreciables, como muros de mampostería, o éstos estén separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por sus deformaciones. En tal caso, el límite en cuestión será de 0.0012 y el desplazamiento será el que resulte del análisis con las fuerzas sísmicas reducidas, multiplicado por el factor de comportamiento sísmico Q .¹

5.4 Sistema constructivo tradicional

Este sistema está compuesto por concreto reforzado a base de columnas y este método es el más utilizado en América Latina, También es el más antiguo en el mundo, sólido y durable. Se desarrolla a base de estructura de paredes portantes hechas con ladrillos, piedras y concreto reforzado. Este sistema es húmedo, hecho con mezclas de cemento portland, arena y agua, por lo que tiene debilidades como: tiempo de construcción lento y más costoso que el resto. (Vallejo, 2014)

5.5 Sistema constructivo no convencional

Dentro de los sistemas constructivos no convencionales se encuentra el sistema con Drywall que es que se analizará en este estudio, es un sistema moderno y está compuesto por una

¹ Universidad de las Américas Puebla. Capítulo V

estructura de acero galvanizado, revestido con planchas de roca de yeso altamente dúctil siendo ideal para edificaciones antisísmicas. La estructura de acero galvanizado puede ser sustituida por madera y además es un sistema que sirve para la construcción de todo tipo de proyectos de arquitectura y es especial para realizar divisiones de ambientes, tabiques, acabados y cerramientos.

6. Marco teórico

En la ciudad de Barranquilla - Atlántico, el sistema de particiones que más se ha venido utilizando desde hace décadas para las grandes estructuras de edificación, son particiones fijas tales como mamposterías tradicionales (ladrillo rojo, bloque de arcilla, bloque samo, etc.), mampostería maciza de concreto y sistemas industrializados con muros de carga; así, no es común que se utilicen particiones livianas de materiales flexibles con comportamiento elástico como la madera, superboard, drywall o planchas de yeso cartón, estas últimas son muy similares por su forma, material y comportamiento.

Actualmente se han venido desarrollando materiales que hacen de la construcción una labor más fácil, un ejemplo claro son el sistema de particiones livianas, pues desde madera reciclada hasta minerales como el yeso son materiales que se mezclan con otros elementos para así conformar piezas livianas que agilicen el proceso constructivo de particiones para edificios.

Aunque en Colombia se construya en su gran mayoría con particiones fijas de mampostería, en los últimos años se ha masificado el empleo de particiones livianas, es más utilizado para cielo rasos que para divisiones hospitalarias, oficinas, viviendas, etc. En ciudades como Medellín – Antioquia se ha venido promoviendo el uso de este sistema de particiones, utilizándolas para proyectos de fachadas y revestimientos, un ejemplo claro es la empresa FOTON en donde toda su fachada fue construida con Drywall, también se ha utilizado en cielo rasos para el Centro Comercial Gran Plaza de Medellín y muros para oficinas exteriores (CLV, 2017). La principal empresa Antioqueña proveedora y especializada de este producto es conocida con el nombre de, Construcciones Livianas.

Los materiales utilizados para desarrollar planchas y láminas de particiones livianas son hasta 90% menos pesados en comparación con las particiones fijas, son productos económicos de gran versatilidad que funcionan perfectamente para fachadas, interiores, cielo rasos, acabados y con vida útil de 20 a 40 años. Por poseer dichas propiedades, las particiones livianas son las más utilizadas en países como los Estados Unidos, Perú, Reino Unido y Países Bajos.

Cuando se usan particiones fijas para grandes proyectos de ingeniería el presupuesto estimado puede ser demasiado elevado ya que requieren mortero de pega para unir los bloques que conforman el muro, acero de refuerzo como mallas electrosoldadas y barras corrugadas que hagan la función de dovelas; mientras que las particiones livianas requieren accesorios de mayor economía como perfilaría de aluminio y pernos metálicos.

Estados Unidos fue el primer país en donde se consolidó la construcción con particiones livianas en la época de la posguerra ya que enfrentaban una escasez de mano de obra y materiales, además existía la necesidad de construir de una manera más rápida y efectiva, allí dieron con que la solución a este problema era el sistema de placas de yeso (Drywall) por su rápida y fácil puesta en obra, además de considerar su uniforme y lisa superficie lograda. En el presente, el sistema de placas de yeso es el más utilizado para la construcción de viviendas en todo el mundo.

El sistema constructivo con placas de yeso seco llegó a Perú hace 20 años aproximadamente, con este sistema reconstruyeron locales privados como bancos y grandes tiendas comerciales que existían en la época. Uno de los primeros proyectos que reconstruyeron en Perú usando particiones livianas de Drywall fue la Sociedad Andina de los Grandes Almacenes S.A de San Isidro, los planos fueron diseñados en los Estados Unidos, la obra debía demorar 2 meses, pero el nuevo sistema constructivo era desconocido, nadie sabía del Drywall. Los estadounidenses

creadores del producto tuvieron que asesorar la obra para que pudiera continuar, así, la obra fue terminada una semana antes de lo programado, generando un ahorro considerable para el dueño del centro comercial y un éxito para la empresa encargada de la construcción.

La construcción con material como Drywall hoy en día resuelve muchos requerimientos especiales, sobre todo en la arquitectura para el diseño de edificios modernos recibiendo una amplia aceptación industrial, hospitalaria, familiar y a nivel educacional. Este sistema es completamente en seco por lo que el drywall responde con amplitud a todas sus solicitudes. El sistema en drywall desde hace algún tiempo ha venido revolucionando los métodos constructivos tradicionales, primero que todo es mucho más económico que las construcciones en ladrillo y cemento, es liviano, rápido de instalar, es altamente resistente al fuego, es acústico, térmico y tal vez su característica más importante es que es un material sismoresistente. Este es un sistema que está compuesto por perfiles metálicos que a su vez están unidos por tornillos y por ultimo son revestidos por una capa de yeso o fibrocemento.

En el desenlace de este estudio se ha conocido que la tendencia de construcción de edificios son de forma cubica, de más de 10 niveles o pisos y la utilización de mamposterías tradicionales, con el análisis de carga, costo y teóricamente teniendo en cuenta lo favorable que es usar particiones livianas a nivel estructural, es momento de empezar a evaluar las posibilidades de que en la ciudad de Barranquilla se empiece a manifestar este sistema en grandes proyectos, aprovechando el gran crecimiento actual que tiene el sur, oeste y norte de la ciudad.

Una estructura muy pesada es de mayor vulnerabilidad a sufrir mucho más daño bajo actividad sísmica ya que la energía que estos conllevan ataca las zonas donde se encuentra concentrada la mayor cantidad de masa, por consiguiente un sistema de particiones livianas

tendría la capacidad de liberar rápidamente la energía del sismo haciendo que la estructura sea menos castigada a nivel de deformación y desplazamiento.

En cuanto a los valores alternativos mínimos de carga para los sistemas de particiones en estudio, se tiene que según la Norma Colombiana Sismoresistente NSR-10, se tiene que para un sistema de mampostería tradicional, se considera una carga mínima de 300 Kg/m^2 , para particiones macizas de concreto se tiene un valor mínimo de carga de 244 Kg/m^2 para un espesor de muro de 12 cm, el cual se tendrá en cuenta para el cálculo de cargas reales que soportaría la estructura a analizar en este trabajo, por otro lado, se consultó que el peso por metro cuadrado del Drywall está alrededor de los 25 Kg/m^2 .

7. Diseño metodológico

Para recolectar la información necesaria del análisis aquí presente, se hizo necesario realizar una encuesta a personal de pregrado y profesionales de ingeniería civil y arquitectura, sobre las tendencias de cómo se están construyendo las estructuras en la ciudad de Barranquilla, además se desarrolló la estrategia de hacer visitas de obra y tomar registros fotográficos de las tendencias de construcción estructural, resultado de las encuestas realizadas, de esta manera se comenzó a realizar una evaluación de cargas para la estructura seleccionada (Edificio Viverdi), para la evaluación de cargas se consideraron las mismas características de la estructura como: sección de vigas, columnas, muros, losas y niveles; con el fin de determinar el daño que adopta la misma estructura con diferentes tipos de carga.

7.1 Encuesta de tendencia

La encuesta de tendencia se implementó con el fin de conocer las opiniones de los profesionales de la ingeniería civil, estudiantes de ingeniería y jubilados de la ingeniería civil, con propósito de identificar las tendencias más significativas al momento de construir una estructura y los sistemas de particiones mayormente utilizados en la ciudad de Barranquilla. Para implementar dichas encuestas se tuvo en cuenta preguntas de factor socioeconómicos, luego se procedió a realizar preguntas sobre las ubicaciones de los elementos de cargas que son comunes en una edificación. La encuesta aplicada se puede apreciar en las imágenes 2 a la 5 y es para tres grupos de personas: estudiantes, profesionales y jubilados de la ingeniería civil. A continuación se puede apreciar la encuesta aplicada.

Actualmente es: *

- ☐ Profesional
- ☐ Estudiante Ing. civil o Arquitectura
- ☐ Jubilado

1. Desde el punto de vista arquitectónico. ¿De qué forma se están construyendo las edificaciones en la actualidad en la ciudad de Barranquilla? *

- ☐ Cubica
- ☐ Ortoedro
- ☐ Prisma hexagonal
- ☐ Pentagonal
- ☐ Cilindro
- ☐ Cono
- ☐ Pirámide
- ☐ Otro ¿Cual?

Figura 1. Primera pregunta de encuesta de tendencia sobre la forma de cómo se están construyendo las estructuras en la ciudad de Barranquilla. Adaptado de “Encuesta en línea” por J. F. Salas, 2017.

2. Con base en su experiencia, ¿cual es la forma más recomendable y ventajosa que se debe utilizar en las edificaciones? *

- ☐ Cubica
- ☐ Ortoedro
- ☐ Prisma hexagonal
- ☐ Pentagonal
- ☐ Cilindro
- ☐ Cono
- ☐ Pirámide
- ☐ Otra ¿Cuál?

3. Si se tiene una edificación que no cuenta con piscina ni acabados. ¿Cuál considera usted que es la figura geométrica más recomendable si la decisión solo está limitada a un bajo costo? *

- ☐ Cubica
- ☐ Ortoedro
- ☐ Prisma hexagonal
- ☐ Pentagonal
- ☐ Cilindro
- ☐ Cono
- ☐ Pirámide
- ☐ Otra ¿Cuál?

Figura 2. Segunda y tercera pregunta de la encuesta de tendencia sobre la forma más recomendable y ventajosa para las estructuras y la forma geométrica más recomendable teniendo en cuenta la limitación de un bajo costo. Adaptado de “Encuesta en línea” por J. F. Salas, 2017.

4. ¿Qué tipo de partición es la más usada en las estructuras actualmente en la ciudad de Barranquilla? *

☐ Partición en mampostería

☐ Partición en concreto hidráulico

☐ Particiones livianas. ¿Cuales?

5. La ciudad de Barranquilla se encuentra en una zona de sismicidad baja ¿Cómo considera que se comportaría el tipo de partición escogida? *

☐ Muy mal

☐ Mal

☐ Regular

☐ Bueno

☐ Muy bueno

6. La gestión del tiempo es un área de conocimiento fundamental para todo proyecto. ¿Qué partición considera que es más rápida para construir? *

☐ Partición en mampostería

☐ Partición en concreto hidráulico

☐ Particiones livianas

7. Suponga que va a iniciar un proyecto y se encuentra elaborando el presupuesto del proyecto ¿Cuál es la partición que considera que tiene menor costo económico? *

☐ Particiones en mampostería

☐ Particiones en concreto hidráulico

☐ Particiones livianas

Figura 3. Preguntas 4, 5, 6 y 7 de la encuesta de tendencia sobre el tipo de partición más utilizada en la ciudad, su comportamiento bajo zona de amenaza sísmica baja, tiempo de construcción y presupuesto. Adaptado de “Encuesta en línea” por J. F. Salas, 2017.

8. ¿Cuáles son los tipos de proyectos que se encuentran construyendo en mayor cantidad en la ciudad de Barranquilla? *

☐ Vivienda

☐ Comerciales

☐ Industriales

☐ Educativo

9. Con base a la respuesta escogida en la pregunta anterior. ¿Cuál es la mayor tendencia en el número de pisos a construir? *

☐ Entre 1 y 4

☐ Entre 5 y 9

☐ Mayor de 10

10. ¿Califique en la actualidad el sector de la construcción en Barranquilla? *

☐ Muy mal

☐ Mal

☐ Regular

☐ Bueno

☐ Muy bueno

Figura 4. Preguntas 8, 9 y 10 de la encuesta de tendencia sobre el tipo de proyectos que se están construyendo en la ciudad, tendencia en el número de pisos a construir y el cómo se encuentra el sector de la construcción en Barranquilla. Adaptado de “Encuesta en línea” por J. F. Salas, 2017.

En total se obtuvieron 60 personas encuestadas. Los resultados se dividen en dos secciones, la primera sección corresponde a características socioeconómicas y particiones, la segunda sección responde a la ubicación de elementos como ascensores, escaleras y piscinas.

7.2 Características socioeconómicas

Los estudiantes encuestados de ingeniería civil y arquitectura son de noveno y décimo semestre, teniendo en cuenta que pueden tener más conocimiento sobre el tema debido a que algunos ya se encuentran laborando, los profesionales fueron personas con experiencia entre 3 y 5 años con cargos de residentes y directores de obra, por último, los jubilados de su profesión,

todos fueron ingenieros civiles, excepto 2, que son arquitectos. El balance de las respuestas a las preguntas quedó de la siguiente manera:

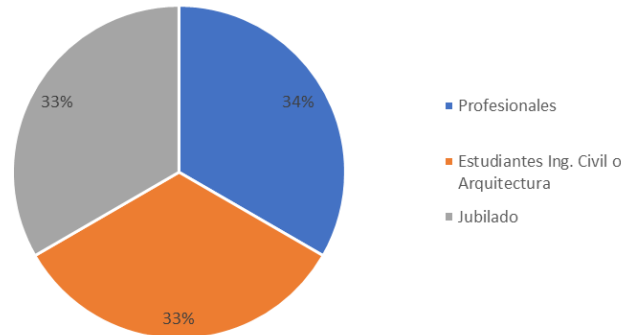


Figura 5. Resultado encuesta de tendencias, distribución de la dedicación que tiene la muestra de personas encuestadas. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

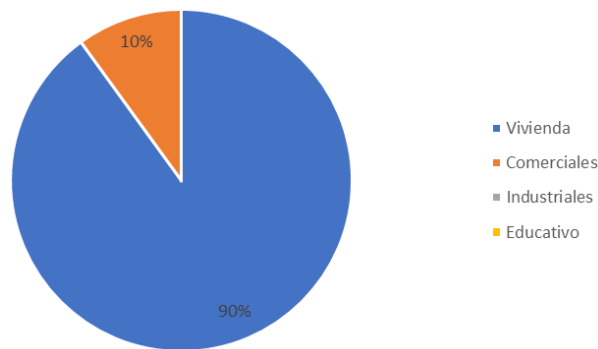


Figura 6. Resultado encuesta de tendencias, distribución gráfica de los proyectos que más se ejecutan en la ciudad de barranquilla según resultados de encuesta de tendencia. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

La mayoría de los encuestados considera que en la ciudad se están construyendo edificaciones de uso residencial como se observa en figura 7. La presente grafica refleja el interés mayoritario de los constructores hacia la parte de viviendas y seguido con muy bajo porcentaje la parte comercial, los sectores industriales y educativos no tuvieron ningún aval de los encuestados.

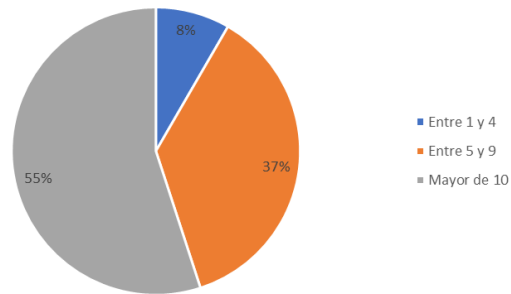


Figura 7. Resultado encuesta de tendencias, distribución gráfica del número de pisos con que se construyen los proyectos en la ciudad de Barranquilla según las respuestas de la muestra encuestada. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

El número de pisos que los encuestados consideran que se están ejecutando las edificaciones actualmente en la ciudad, el 55% apuntan a que las estructuras las están diseñando de 10 piso o más, el 37% dice que entre 5 y 9 pisos, por último con un bajo 8% estructuras entre 1 y 4 pisos; pero hay que tener claro que el tipo de edificación influye en el número de piso a construir y el interés del cliente.

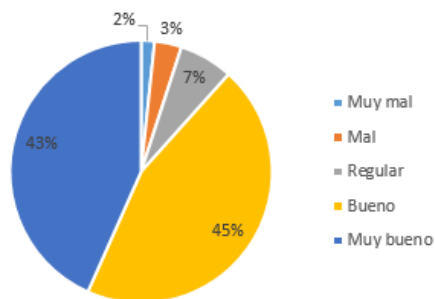


Figura 8. Resultado encuesta de tendencias, distribución gráfica de la calificación del sector de la construcción en la ciudad de Barranquilla según muestra encuestada. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

La mayoría de la población encuestada tiene una buena y muy buena percepción de la ciudad referente al sector de la construcción según el balance de porcentajes de la figura 9. Las personas encuestadas que consideran que el sector en la ciudad esta regular, mal y muy malo, tiene

porcentajes menores del 10%. La ciudad está parcialmente bien y es considerada una de las ciudades en Colombia con más inversionistas que le apuntan a esta área.

7.3 Particiones

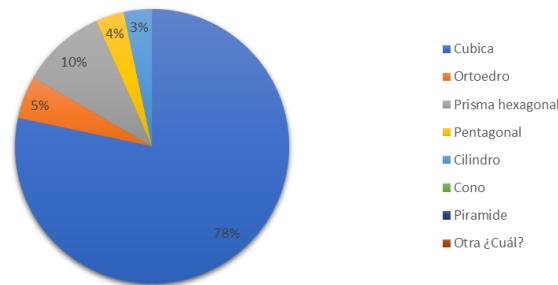


Figura 9. Resultado encuesta de tendencias, distribución gráfica de las edificaciones actualmente en la ciudad de Barranquilla según muestra encuestada. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

De la gráfica 5 la mayoría de la muestra encuestada manifiesta que en la ciudad de Barranquilla se están construyendo edificaciones cubicas, siguiéndole con un porcentaje muy bajo la forma prisma hexagonal. De poca consideración fueron las estructuras de forma cilíndrica, pentagonal, ortoedro y por último las de forma de cono, pirámide y “otra ¿Cuál?”, no tuvieron ningún porcentaje de participación.

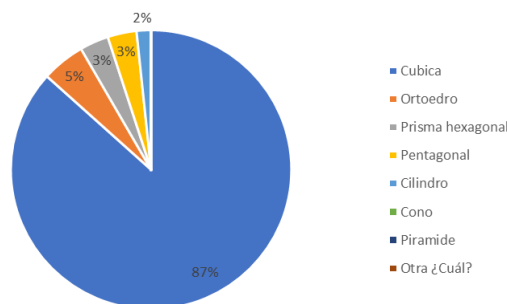


Figura 10. Resultado encuesta de tendencias, distribución gráfica de la figura geométrica de las edificaciones en la ciudad de Barranquilla teniendo en cuenta un bajo costo. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

Teniendo en cuenta que todavía no tiene acabado ni tampoco piscina, los encuestado consideran que el 87% de las edificaciones en Barranquilla tienen un menor costo cuando son cubicas, por otro lado le siguen con porcentajes menores al 5% el ortoedro, prisma hexagonal, pentagonal y cilindro. Las estructuras cubicas con superficies cuadradas tienden ser más rápidas y económicas para diseñar, teniendo en cuenta que no tienen piscina sobre la estructura que afectaría el centro de masa y a su vez el costo.

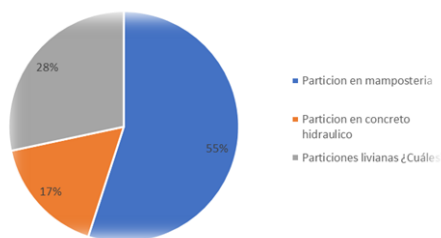


Figura 11. Resultado encuesta de tendencias, tipo de particiones más usadas actualmente en la ciudad de Barranquilla. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

Se puede observar que en la gráfica 12, que las particiones en mampostería son consideradas por los encuestados las más usadas en las edificaciones en la ciudad. Las particiones en concreto hidráulico le siguen con un porcentaje del 28% y por ultimo las particiones livianas con un 28% colocando como “cuales” el drywall.

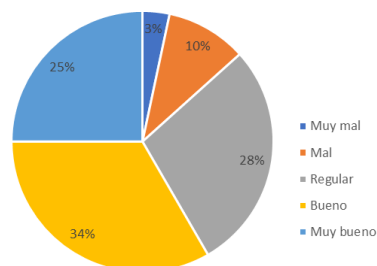


Figura 12. Resultado encuesta de tendencias, comportamiento del tipo de partición escogida anteriormente bajo zona de amenaza sísmica baja según muestra encuestada. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

El 34% de la muestra ostenta que la estructura trabajaría en buenas condiciones en zona de amenaza sísmica baja con el tipo de partición más usada en la ciudad, le sigue con un 28% un comportamiento regular, continua con un 25% muy bueno y finalmente con menos de 10% mal y muy malo. Las respuestas en esta pregunta dependen de la partición escogida debido a que todas no tiene una misma construcción y no son del mismo material.

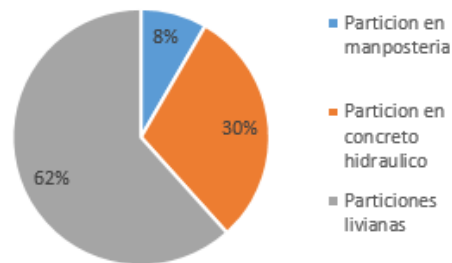


Figura 13. Resultado encuesta de tendencias, partición más rápida de construir según muestra encuestada. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

De la gráfica 9 se puede apreciar que el 62% de los encuestados considera que la partición liviana es la más rápida para construir, seguido por la partición en concreto hidráulico con un 30%. Por otra parte, tan solo el 8% del personal expone que las particiones en mampostería son más rápidas para construir.

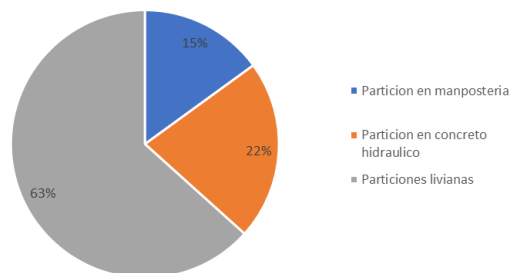


Figura 14. Resultado encuesta de tendencias, partición con el menor costo económico según muestra encuestada. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

Según la gráfica 10 el 63% de la muestra considera que las particiones livianas tienen menor costo y siguiéndole las particiones en concreto hidráulico; por último, con un porcentaje regular, la partición en mampostería.

7.4 Resumen de tendencia

A continuación, en la gráfica 11 se muestran las características con más tendencia que los encuestados consideraron que las edificaciones se están construyendo en la ciudad de Barranquilla. Los criterios presentados serán tomados en cuenta para el perfil del diseño estructural.

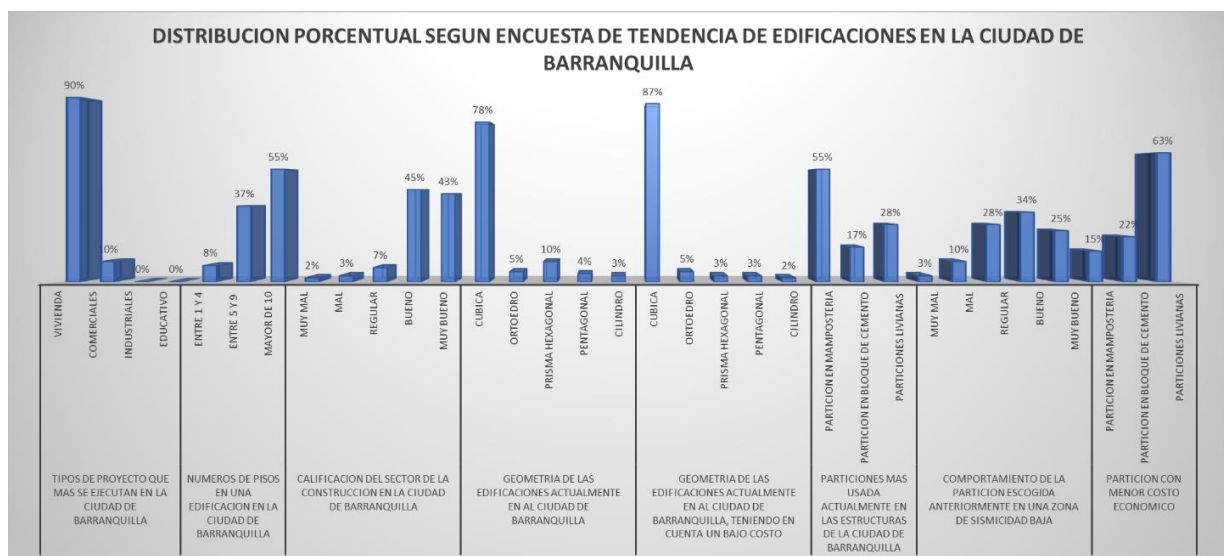


Figura 15. Resumen de la encuesta aplicada. Por J.F. Salas, 2017. Reproducido desde Microsoft Excel 2013.

7.5 Visita de obras

Se realizaron 5 visitas a proyectos de edificaciones, según el resultado obtenido en la encuesta de tendencia, con el objetivo de obtener información sobre la ubicación de los ascensores, escaleras y piscina (si consideraron colocarla en el proyecto); también se entrevistó el residente o director encargado para lograr la recopilación de evidencia fotográfica y además preguntar

cuestiones referentes a la posición de esos elementos. En la tabla 1 se pueden apreciar los proyectos visitados y sus especificaciones.

Tabla 1

Registro fotográfico visitas de obra en la ciudad de Barranquilla

FOTO	PROYECTO	INFORMACIÓN
	<p>Etap 2 de la torre 2 del hotel Dann Carlton.</p> <p>Altura: 11 pisos</p> <p>Ubicación: calle 98 N° 52B – 10.</p> <p>Promotora: HOTEL DANN CARLTON BARRANQUILLA S.A.S</p>	<p>Los ascensores principales se encontraban en el centro de la estructura. Las escaleras estaban una en el centro al lado del ascensor y otra a la derecha centro. El tipo de partición utilizado es mampostería fija de bloque samo. Además, una piscina en el último nivel en la izquierda centro.</p>
	<p>Edificio multifamiliar Ikram</p> <p>Altura: 12 pisos.</p> <p>Ubicación: Calle 95 No. 49D – 181 – Cra 51 No, 95 – 31</p> <p>Promotora: THAHABIA HUSSEIN ZAGHLOUL</p>	<p>El ascensor principal se encontraba en el centro, junto a las dos escaleras ubicadas lateralmente. Tendrá una piscina a la derecha centro en el último nivel. El tipo de partición que se utilizará será mampostería fija de bloque samo.</p>

	<p>Demolición total y construcción de edificio torre Terpel vía 40.</p> <p>Altura: 10 pisos</p> <p>Ubicación: Vía 40 No. 69 – 111 Lote B.</p> <p>Promotor: A.S. CONSTRUCCIONES LTDA.</p>	<p>El proyecto se divide en dos, primera parte es de oficinas y la otra parte es de parqueadero, donde el ascensor se encuentra entre las dos partes, junto a las dos escaleras principales. El tipo de partición utilizada es mampostería fija de bloque de cemento. No existirá piscina debido a que será oficinas.</p>
	<p>Edificio balcones de San José.</p> <p>Altura: 15 pisos</p> <p>Ubicación: calle 75 # 41D – 38/54 kra 41D # 74 – 72.</p> <p>Promotor: INGENIEROS CONSTRUCTORES ASOCIADOS INKA S.A.S</p>	<p>El proyecto se compone de un ascensor central, con dos escaleras, una es la principal que se ubica al lado del ascensor y la otra a la izquierda centro. Además, no tendrá la piscina al centro izquierdo de la torre, en el último piso. Se utilizó particiones fijas de mampostería de bloque samo y bloque de cemento. Está diseñada para viviendas multifamiliar.</p>

Nota: Resumen visitas de obra. Registro fotográfico “Inspección de obras realizada alrededor del área de Barranquilla” por J. F. Salas, 2017.

El recorrido buscaba encontrar una o más obras en el sur, norte, oriente, occidente y centro de la ciudad de Barranquilla, con el fin de recrear un registro global en toda la ciudad, pero se presentó que en el sur y oriente no se encontraron edificaciones en construcción; todas se encontraban en el norte, como lo especifica en la editorial del tiempo “el crecimiento en la ciudad de Barranquilla se ha disparado en los sectores del norte y occidente, dándole una cifra mucho más alta a otras ciudades del país”. Los proyectos que se visitaron por medio a las características de tendencia que arrojaron los resultados de las encuestas fueron muy similares, lo

cual define que en la ciudad se está utilizando muchas más particiones de mampostería fija, para exteriores e interiores; en algunos casos se encontró que utilizaban particiones livianas, sólo para cubrir pequeñas áreas en baños y cocinas, no para muros en específico.

8. Información general del proyecto

8.1 Localización

- ✓ Barranquilla – Atlántico

8.2 Especificaciones

- ✓ Concreto vigas y losas $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 3500 \text{ psi}$
- ✓ Concreto columnas $f'c = 350 - 280 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 5000 - 4000 \text{ psi}$
- ✓ Concreto muros $f'c = 350 - 280 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 5000 - 4000 \text{ psi}$

8.3 Parámetros de diseño sin particiones de mampostería

- ✓ Reglamento NSR – 10
- ✓ Carga muerta (entrepisos) $Q_m = 160 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 0.16 \text{ Tn/m}^2$
- ✓ Carga muerta (parqueadero) $Q_m = 120 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 0.12 \text{ Tn/m}^2$
- ✓ Carga muerta (cubierta) $Q_m = 200 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 0.20 \text{ Tn/m}^2$
- ✓ Carga viva (entrepisos) $Q = 180 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 0.18 \text{ Tn/m}^2$
- ✓ Carga viva (parqueadero) $Q = 250 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 0.25 \text{ Tn/m}^2$
- ✓ Carga viva (cubierta social) $Q = 500 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 0.50 \text{ Tn/m}^2$
- ✓ $Aa = 0.10$ - $Av = 0.10$ - DMO (Capacidad De Disipación De Energía Moderada)
- ✓ Grupo I: Estructuras de ocupación normal
- ✓ Capacidad admisible del suelo = 43 Tn/m^2

Aa : coeficiente de aceleración que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para el diseño dado en los movimientos sísmicos de diseño.

Av : coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva dado en los movimientos sísmicos de diseño.

A las cargas muertas presentes en los parámetros de diseño, se les adicionará las cargas muertas por tipo de particiones según NSR-10, así se evaluarán los valores mínimos alternativos de carga; por otra parte, se hará el mismo análisis adicionando las cargas reales calculadas que soportaría la estructura según las particiones para cada una de los piso o losas.

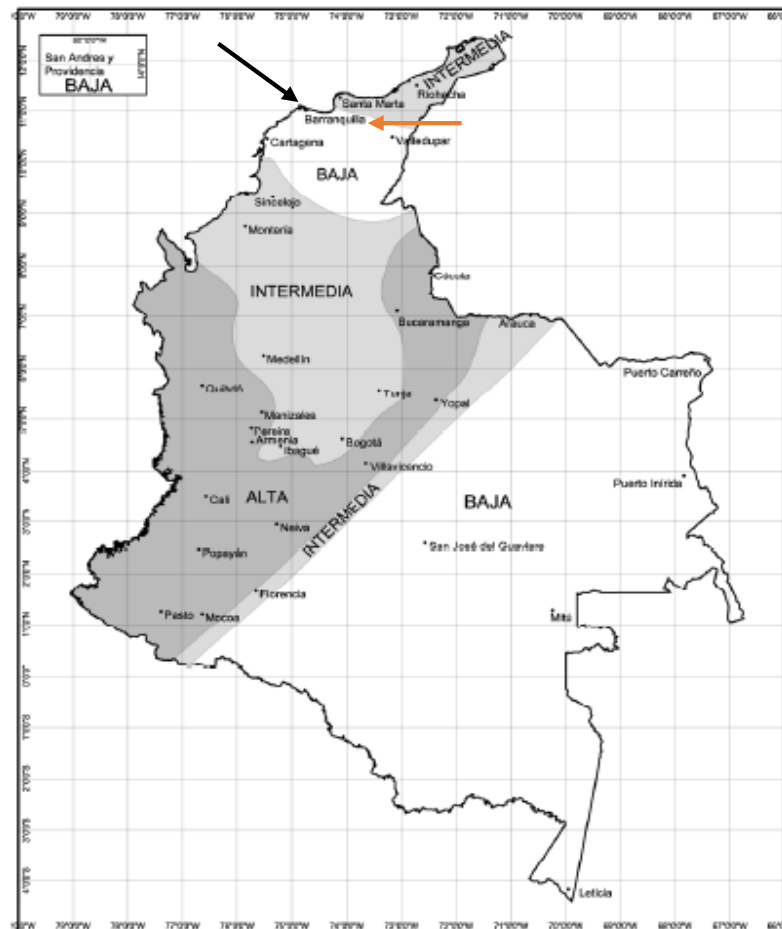


Figura 1. Mapa zona de amenaza sísmica aplicable a edificaciones en función de Aa y Av “Norma Colombiana Sismo Resistente” por Sísmica, Asociación Colombiana de Ingeniería, 2010, NSR-10, 2, p. A-17.

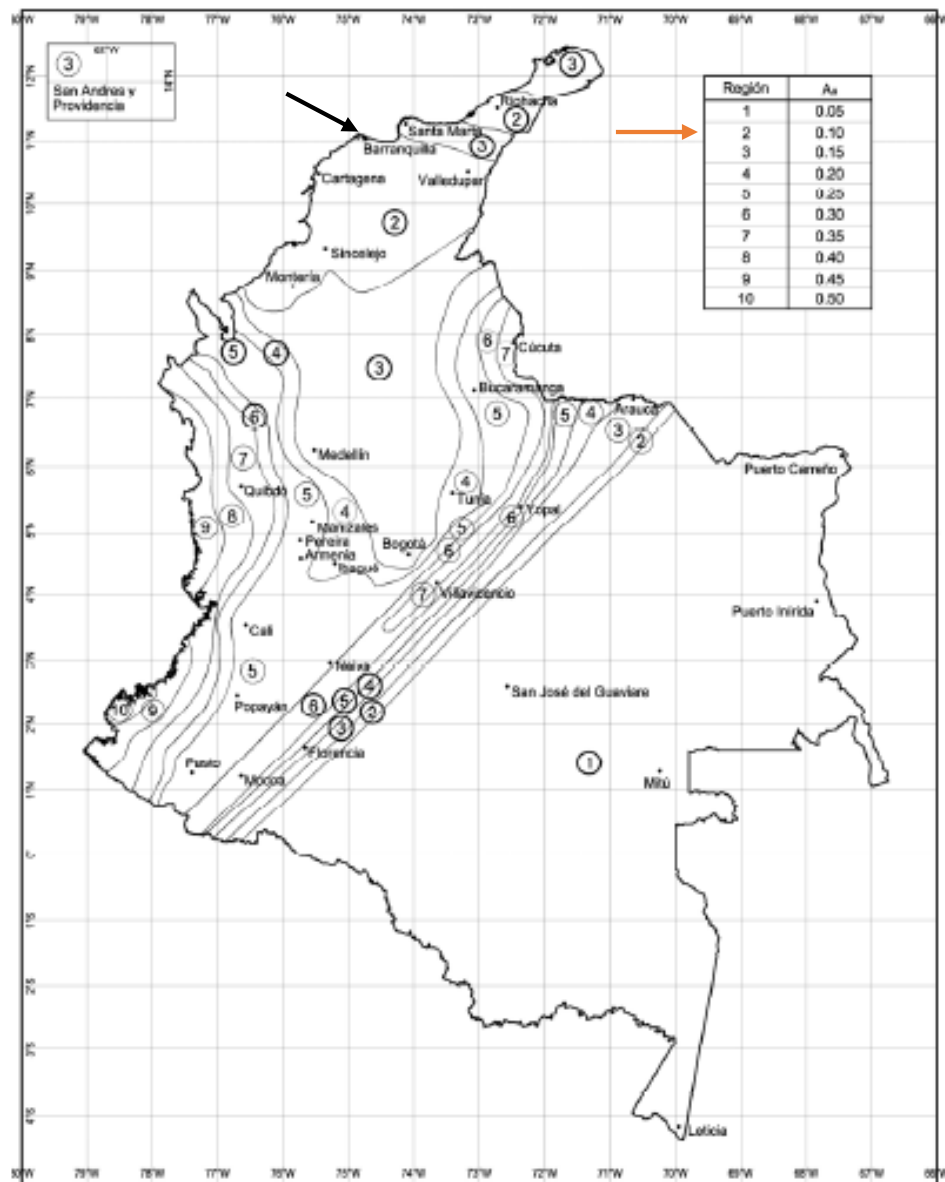


Figura 2. Mapa de valores de Aa para zona de amenaza sísmica baja “Norma Colombiana Sismo Resistente” por Sísmica, Asociación Colombiana de Ingeniería, 2010, NSR-10, 2, p. A-18.

✓ Región: 2

✓ Aa: 0.10

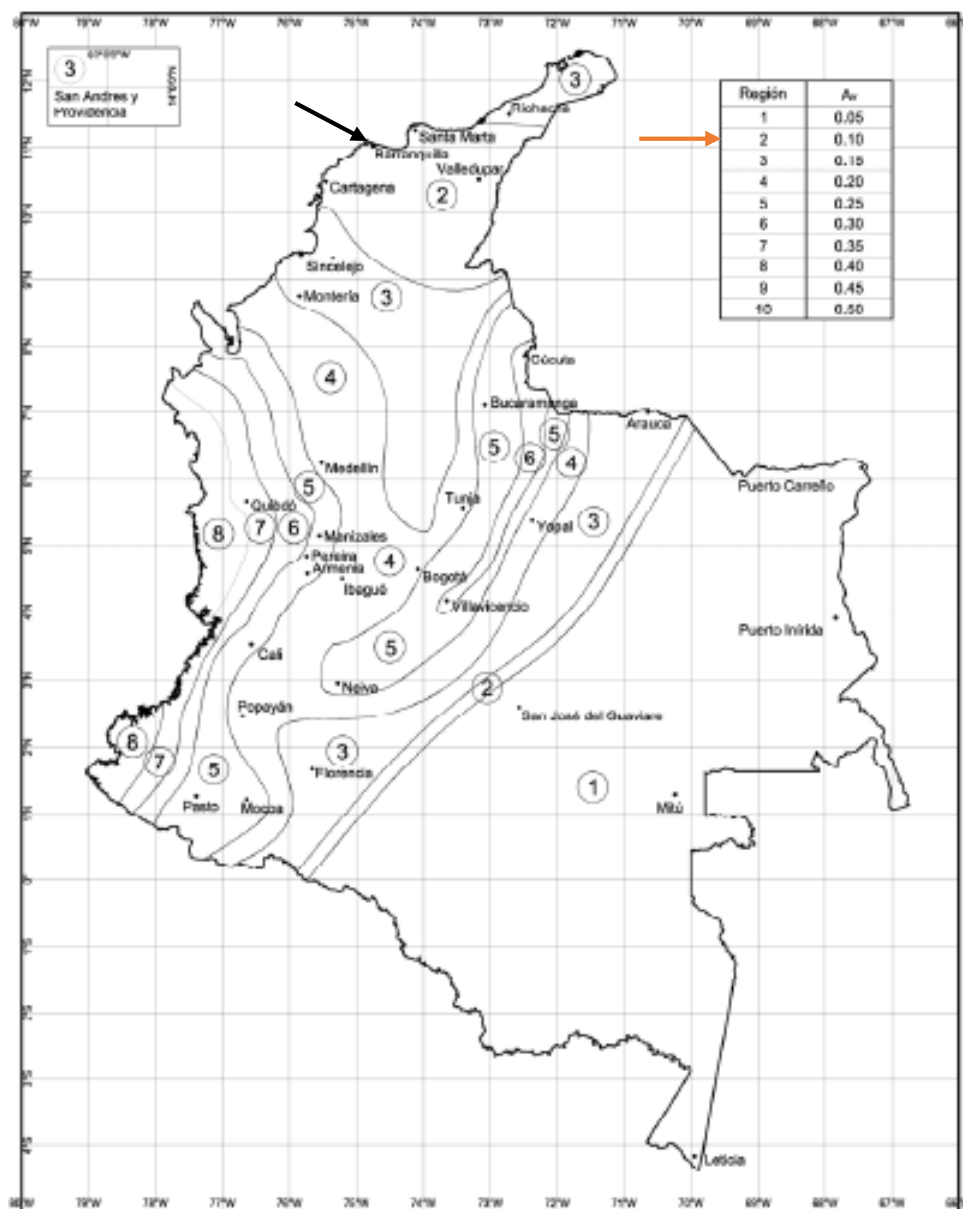


Figura 3. Mapa de valores de A_v para zona de amenaza sísmica baja “Norma Colombiana Sismo Resistente” por Sísmica, Asociación Colombiana de Ingeniería, 2010, NSR-10, 2, p. A-19.

✓ Región: 2

✓ A_v : 0.10

8.3.1 Especificaciones de cargas.

8.3.1.1 Carga muerta. Las cargas muertas pertenecen a las propuestas por la NSR-10 en el título B “Cargas” en la Tabla B.3.4.3-1 Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se efectúe un análisis más detallado. La ocupación de la estructura es de uso Residencial. A continuación se refleja la tabla de los valores usados en la carga muerta de la estructura.

Componente	Carga (kN/m ²) por m ² de superficie vertical (multiplicar por la altura del elemento en m para obtener cargas distribuidas en kN/m)	Carga (kgf/m ²) por m ² de superficie vertical (multiplicar por la altura del elemento en m para obtener cargas distribuidas en kgf/m)																																																																																
Muros																																																																																		
Exteriores de paneles (postes de acero o madera):																																																																																		
Yeso de 15 mm, aislado, entablado de 10 mm	1.00	100																																																																																
Exteriores con enchape en ladrillo	2.50	250																																																																																
Mampostería de bloque de arcilla:	<i>Espesor del muro (en mm)</i> <table><tr><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>250</td><td>300</td></tr><tr><td>1.80</td><td>2.50</td><td>3.10</td><td>3.80</td><td>4.40</td></tr><tr><td>1.30</td><td>2.00</td><td>2.60</td><td>3.30</td><td>3.90</td></tr></table>	100	150	200	250	300	1.80	2.50	3.10	3.80	4.40	1.30	2.00	2.60	3.30	3.90	<i>Espesor del muro (en cm)</i> <table><tr><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>180</td><td>250</td><td>310</td><td>380</td><td>440</td></tr><tr><td>130</td><td>200</td><td>260</td><td>330</td><td>390</td></tr></table>	10	15	20	25	30	180	250	310	380	440	130	200	260	330	390																																																		
100	150	200	250	300																																																																														
1.80	2.50	3.10	3.80	4.40																																																																														
1.30	2.00	2.60	3.30	3.90																																																																														
10	15	20	25	30																																																																														
180	250	310	380	440																																																																														
130	200	260	330	390																																																																														
Mampostería de bloque de concreto:	<i>Espesor del muro (en mm)</i> <table><tr><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>250</td><td>300</td></tr><tr><td>1.40</td><td>1.45</td><td>1.90</td><td>2.25</td><td>2.60</td></tr><tr><td></td><td>1.70</td><td>2.25</td><td>2.70</td><td>3.15</td></tr><tr><td></td><td>1.80</td><td>2.30</td><td>2.80</td><td>3.30</td></tr><tr><td></td><td>1.80</td><td>2.40</td><td>3.00</td><td>3.45</td></tr><tr><td></td><td>2.00</td><td>2.60</td><td>3.20</td><td>3.75</td></tr><tr><td></td><td>2.20</td><td>2.90</td><td>3.60</td><td>4.30</td></tr><tr><td></td><td>3.00</td><td>4.00</td><td>5.00</td><td>6.10</td></tr></table>	100	150	200	250	300	1.40	1.45	1.90	2.25	2.60		1.70	2.25	2.70	3.15		1.80	2.30	2.80	3.30		1.80	2.40	3.00	3.45		2.00	2.60	3.20	3.75		2.20	2.90	3.60	4.30		3.00	4.00	5.00	6.10	<i>Espesor del muro (en cm)</i> <table><tr><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>140</td><td>145</td><td>190</td><td>225</td><td>260</td></tr><tr><td></td><td>170</td><td>225</td><td>270</td><td>315</td></tr><tr><td></td><td>180</td><td>230</td><td>280</td><td>330</td></tr><tr><td></td><td>180</td><td>240</td><td>300</td><td>345</td></tr><tr><td></td><td>200</td><td>260</td><td>320</td><td>375</td></tr><tr><td></td><td>220</td><td>290</td><td>360</td><td>430</td></tr><tr><td></td><td>300</td><td>400</td><td>500</td><td>610</td></tr></table>	10	15	20	25	30	140	145	190	225	260		170	225	270	315		180	230	280	330		180	240	300	345		200	260	320	375		220	290	360	430		300	400	500	610
100	150	200	250	300																																																																														
1.40	1.45	1.90	2.25	2.60																																																																														
	1.70	2.25	2.70	3.15																																																																														
	1.80	2.30	2.80	3.30																																																																														
	1.80	2.40	3.00	3.45																																																																														
	2.00	2.60	3.20	3.75																																																																														
	2.20	2.90	3.60	4.30																																																																														
	3.00	4.00	5.00	6.10																																																																														
10	15	20	25	30																																																																														
140	145	190	225	260																																																																														
	170	225	270	315																																																																														
	180	230	280	330																																																																														
	180	240	300	345																																																																														
	200	260	320	375																																																																														
	220	290	360	430																																																																														
	300	400	500	610																																																																														
Mampostería maciza de arcilla:	<i>Espesor del muro (en mm)</i> <table><tr><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>250</td><td>300</td></tr><tr><td>1.90</td><td>2.90</td><td>3.80</td><td>4.70</td><td>5.50</td></tr></table>	100	150	200	250	300	1.90	2.90	3.80	4.70	5.50	<i>Espesor del muro (en cm)</i> <table><tr><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>190</td><td>290</td><td>380</td><td>470</td><td>550</td></tr></table>	10	15	20	25	30	190	290	380	470	550																																																												
100	150	200	250	300																																																																														
1.90	2.90	3.80	4.70	5.50																																																																														
10	15	20	25	30																																																																														
190	290	380	470	550																																																																														
Mampostería maciza de concreto:	<i>Espesor del muro (en mm)</i> <table><tr><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>250</td><td>300</td></tr><tr><td>2.00</td><td>3.10</td><td>4.20</td><td>5.30</td><td>6.40</td></tr></table>	100	150	200	250	300	2.00	3.10	4.20	5.30	6.40	<i>Espesor del muro (en cm)</i> <table><tr><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>200</td><td>310</td><td>420</td><td>530</td><td>640</td></tr></table>	10	15	20	25	30	200	310	420	530	640																																																												
100	150	200	250	300																																																																														
2.00	3.10	4.20	5.30	6.40																																																																														
10	15	20	25	30																																																																														
200	310	420	530	640																																																																														

Figura 4. Cargas muertas mínimas para elementos no estructurales verticales (muros) “Norma Colombiana Sismo Resistente” por Sísmica, Asociación Colombiana de Ingeniería, 2010, NSR-10, 2, p. B-13.

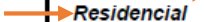

Ocupación		Fachada y particiones (kN/m ²) m ² de área en planta	Afinado de piso y cubierta (kN/m ²) m ² de área en planta	Fachada y particiones (kgf/m ²) m ² de área en planta	Afinado de piso y cubierta (kgf/m ²) m ² de área en planta
Reunión	Edificaciones con un salón de reunión para menos de 100 personas y sin escenarios.	1.0	1.8	100	180
Oficinas	Particiones móviles de altura total	1.0	1.8	100	180
	Particiones fijas de mampostería	2.0	1.8	200	180
Educativos	Salones de clase	2.0	1.5	200	150
Fábricas	Industrias livianas	0.8	1.6	80	160
Institucional	Internados con atención a los residentes	2.0	1.6	200	160
	Prisiones, cárceles, reformatorios y centros de detención	2.5	1.8	250	180
	Guarderías.	2.0	1.6	200	160
Comercio	Exhibición y venta de mercancías.	1.5	1.4	150	140
 Residencial	Fachada y particiones de mampostería.	3.0	1.6	 300	160
	Fachada y particiones livianas.	2.0	1.4	200	140
Almacenamiento	Almacenamiento de materiales livianos.	1.5	1.5	150	150
Garajes	Garajes para vehículos con capacidad de hasta 2000 kg	0.2	1.0	20	100

Figura 5. Los valores mínimos alternativos de carga muerta sólo se deben utilizar cuando no se efectúe un análisis más detallado “Norma Colombiana Sismo Resistente” por Sísmica, Asociación Colombiana de Ingeniería, 2010, NSR-10, 2, p. B-14.

En edificaciones con altura entre pisos terminados menores a 3.00 m, se pueden utilizar los valores mínimos de carga muerta en kN/m² de área horizontal en planta, dados en la Tabla B.3.4.3-1 según el tipo de ocupación, en vez de aquellos obtenidos del análisis detallado de las cargas muertas causadas por los elementos no estructurales.²

8.3.1.2 Carga Viva. Las cargas vivas, son cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas, permitidas por la NSR-10 en la Tabla B.4.2.1-1. A continuación se adjunta la tabla de cargas vivas (Residencial - Garaje).

² Norma Colombiana Sismo Resistente (NSR-10)

Ocupación o uso		Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga uniforme (kgf/m ²) m ² de área en planta
Reunión	Balcones	5.0	500
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Silletería fija (fijada al piso)	3.0	300
	Gimnasios	5.0	500
	Vestíbulos	5.0	500
	Silletería móvil	5.0	500
	Áreas recreativas	5.0	500
	Plataformas	5.0	500
	Escenarios	7.5	750
Oficinas	Corredores y escaleras	3.0	300
	Oficinas	2.0	200
	Restaurantes	5.0	500
Educativos	Salones de clase	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Bibliotecas		
	Salones de lectura	2.0	200
	Estanterías	7.0	700
Fábricas	Industrias livianas	5.0	500
	Industrias pesadas	10.0	1000
Institucional	Cuartos de cirugía, laboratorios	4.0	400
	Cuartos privados	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
Comercio	Minorista	5.0	500
	Mayorista	6.0	600
Residencial	Balcones	5.0	500
	Cuartos privados y sus corredores	1.8	180
	Escaleras	3.0	300
Almacenamiento	Liviano	6.0	600
	Pesado	12.0	1200
Garajes	Garajes para automóviles de pasajeros	2.5	250
	Garajes para vehículos de carga de hasta 2.000 kg de capacidad.	5.0	500
Coliseos y Estadios	Graderías	5.0	500
	Escaleras	5.0	500

Figura 6. Los valores mínimos alternativos de carga muerta sólo se deben utilizar cuando no se efectúe un análisis más detallado “Norma Colombiana Sismo Resistente” por Sísmica, Asociación Colombiana de Ingeniería, 2010, NSR-10, 2, p. B-14.

9. Resultados para valores mínimos alternativos de cargas

9.1 Particiones con la carga muerta mínima indicada por la NSR-10

A continuación se presenta la vista 3D del edificio, resultado de la modelación de la estructura, graficas de desplazamientos y deformaciones obtenidas después calcular el proyecto con cargas vivas (Q) y cargas muertas (Q_m) proporcionadas por la norma NSR-10.

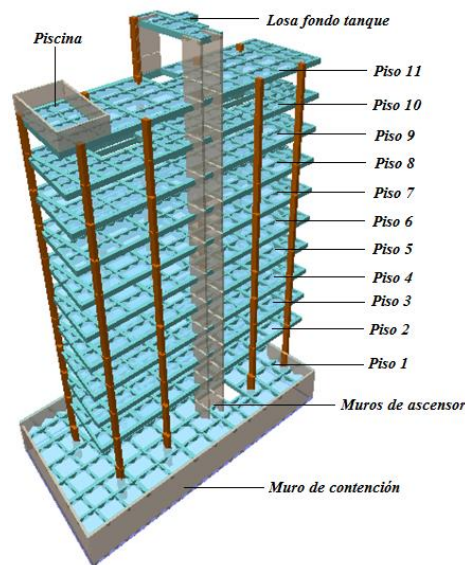


Figura 1. Esta vista 3D es el resultado de la modelación de la superestructura del proyecto a analizar “CYPECAD” por J. E. Núñez, 2017.

- ✓ Muro de Contención en concreto ($e = 0.25 \text{ m}$)
- ✓ Columnas rectangulares de $0.40 \times 0.60 \text{ m}$
- ✓ Vigas Principales (descolgadas) de $0.40 \times 0.50 \text{ m}$
- ✓ Vigas Secundarias (descolgadas) de $0.25 \times 0.50 \text{ m}$
- ✓ Losas de entrepisos – incluye cubierta (maciza $e = 0.10 \text{ m}$)
- ✓ Muros de concreto Ascensor ($e = 0.30 \text{ m}$)
- ✓ Muros de concreto Piscina ($e = 0.20 \text{ m}$)

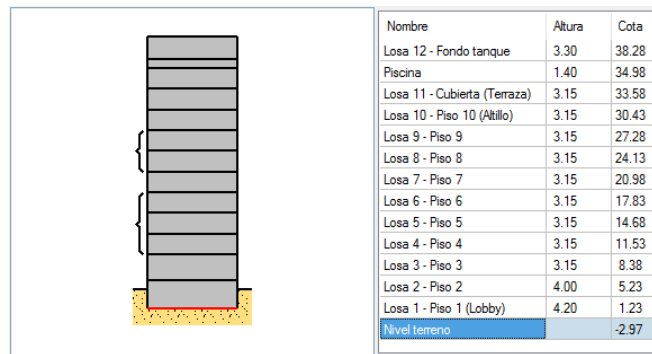


Figura 2. Niveles de entrepiso introducidos en el programa. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez V, 2017.

Los valores de carga muerta propuestos por la NSR-10 para las particiones de mampostería en estudio son los siguientes:

→ Valor mínimo alternativo de carga muerta para particiones de mampostería (uso residencial) según NSR-10. Ver tabla B.3.4.3-1.

$$300 \text{ kgf/m}^2 \rightarrow 0,30 \text{ Tn/m}^2$$

→ Carga muerta para mampostería maciza de concreto (espesor del muro $e=12$ cm) según NSR-10. Ver tabla B.3.4.2-4.

$$244 \text{ kgf/m}^2 \rightarrow 0,24 \text{ Tn/m}^2$$

El peso del Drywall fue consultado para las placas más comercializadas y utilizadas en sistemas de particiones livianas.

→ Peso Drywall de 1.22 x 2.44 m y de espesor $e=1/2$ ” (SAC, 2016).

$$25 \text{ kgf/m}^2 \rightarrow 0,025 \text{ Tn/m}^2$$

A continuación, para cada tipo de partición, se representa gráficamente los desplazamientos y deformaciones de cada una de las losas según la carga muerta sugerida por la NSR-10, también

se muestran las tablas de distorsiones y desplomes máximos que sufren el grupo de columnas por las cargas aplicadas, por último, las cuantías de obra que requiere la estructura.

9.2 Particiones de mampostería tradicional

 Editar grupos

Nombre	Categoría de uso	Q (t/m ²)	CM (t/m ²)	Proceso constructivo
Losa 12 - Fondo tanque	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Piscina	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Losa 11 - Cubierta (Terraza)	Uso 1	0.50	0.20	Editar
Losa 10 - Piso 10 (Altílo)	Uso 1	0.18	0.46	Editar
Losa 9 - Piso 9	Uso 1	0.18	0.46	Editar
Forjados 6 a 8	Uso 1	0.18	0.46	Editar
Forjados 2 a 5	Uso 1	0.18	0.46	Editar
Losa 1 - Piso 1 (Lobby)	Uso 1	0.25	0.12	Editar

Figura 3. Cargas vivas y muertas introducidos en el programa. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez V, 2017.

Las cargas aquí presentes son las que se introdujeron en el programa de análisis estructural, son las cargas presentes en los parámetros de diseño (cargas según uso de la estructura), a las cargas muertas se le adicionó el valor mínimo alternativo de carga para particiones en mampostería tradicional ($300 \text{ kg/m}^2 - 0.30 \text{ Tn/m}^2$) según la NSR-10. En el piso 11 no existen particiones de mampostería.

9.2.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas para particiones de mampostería tradicional.

Aquí se representan gráficamente los desplazamientos por losa que recibe la estructura por consecuencia del valor mínimo alternativo de la carga (Q_m) según el reglamento colombiano NSR-10 para particiones fijas de mampostería (mampostería tradicional). En la parte inferior del gráfico se encuentra la escala de los valores de desplazamientos, en colores y en milímetros, cuando el color se hace más intenso significa que en esa zona existen mayores desplazamientos en la estructura, esto para identificar con facilidad las zonas críticas donde se producen desplazamientos más amplios en la losa cargada.

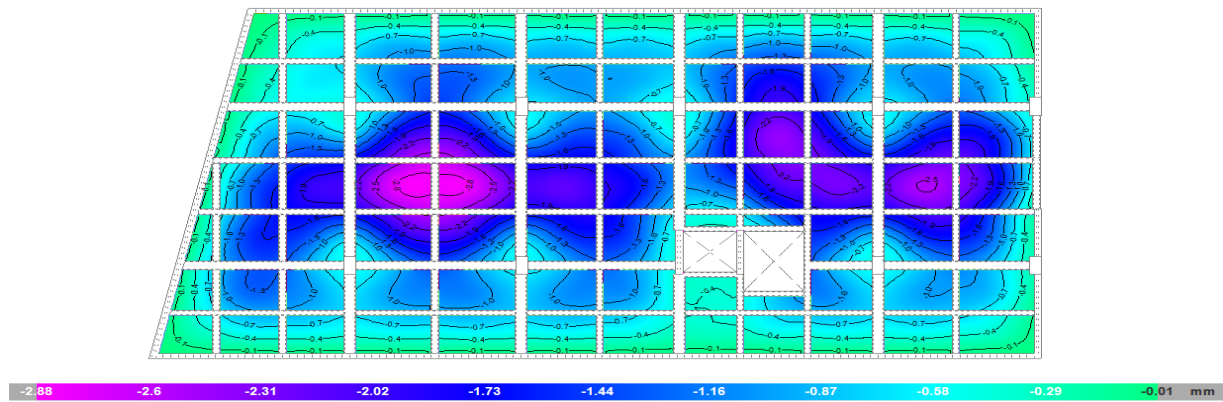


Figura 4. Desplazamiento horizontal losa 1, desplazamiento mínimo: 0.001 cm, desplazamiento máximo: 0.28 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez V, 2017.

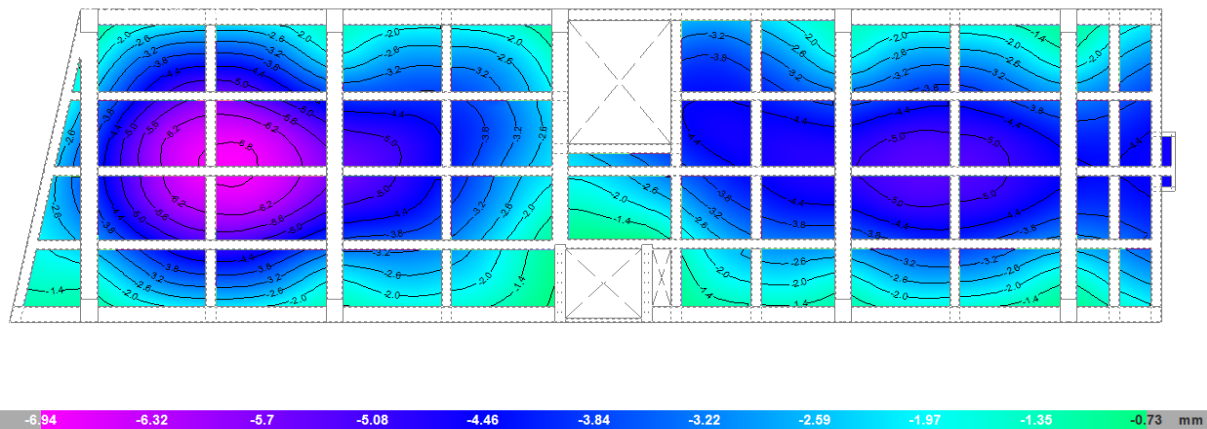


Figura 5. Desplazamiento horizontal losa 2 a la 5, desplazamiento mínimo: 0.073 cm, desplazamiento máximo: 0.69 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez V, 2017.

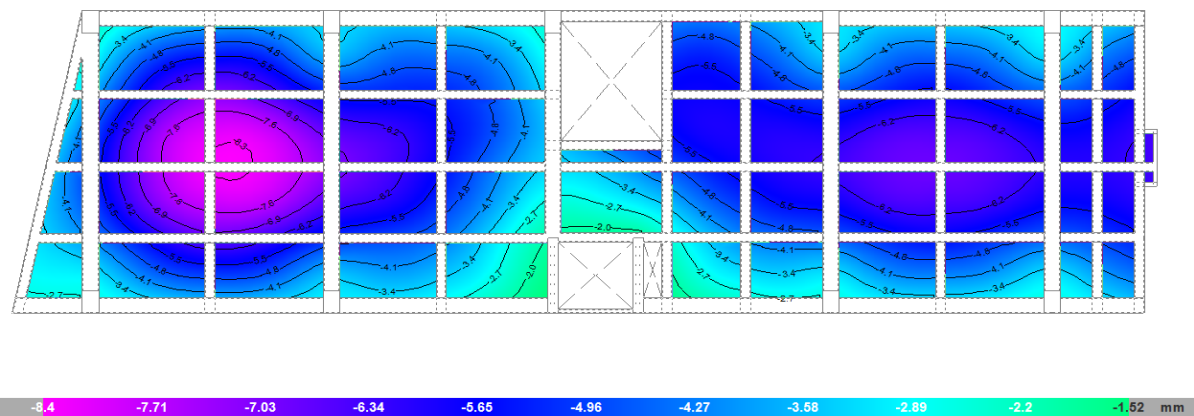


Figura 6. Desplazamiento horizontal losa 6 a la 8, desplazamiento mínimo: 0.15 cm, desplazamiento máximo: 0.84 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez V, 2017.

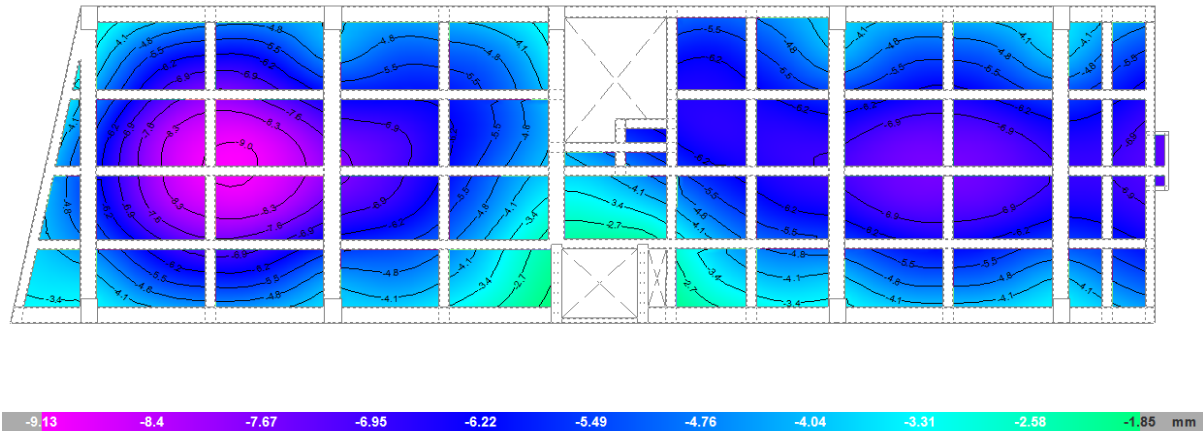


Figura 7. Desplazamiento horizontal losa 9, desplazamiento mínimo: 0.19 cm, desplazamiento máximo: 0.91 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez V, 2017.

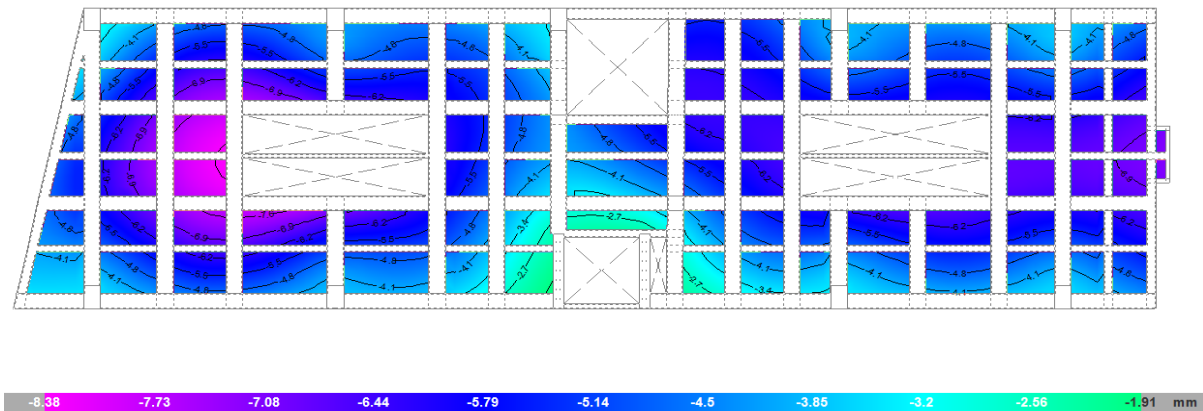


Figura 8. Desplazamiento horizontal losa 10, desplazamiento mínimo: 0.19 cm, desplazamiento máximo: 0.84 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez V, 2017.

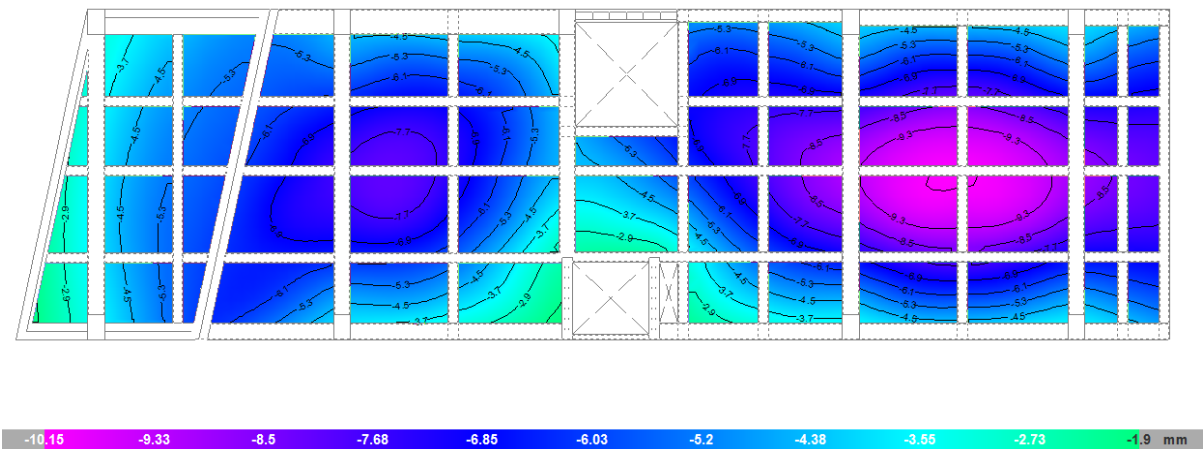


Figura 9. Desplazamiento horizontal losa 11, desplazamiento mínimo: 0.19 cm, desplazamiento máximo: 1.15 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez V, 2017.

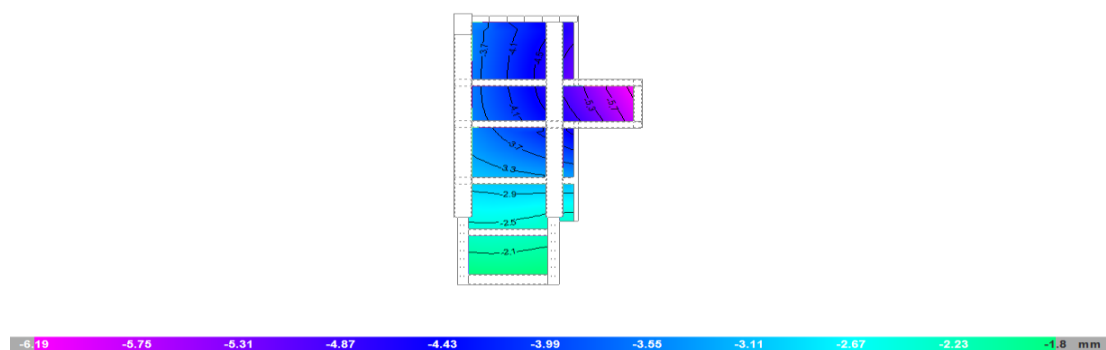


Figura 10. Desplazamiento horizontal losa 12, desplazamiento mínimo: 0.18 cm, desplazamiento máximo: 0.62 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

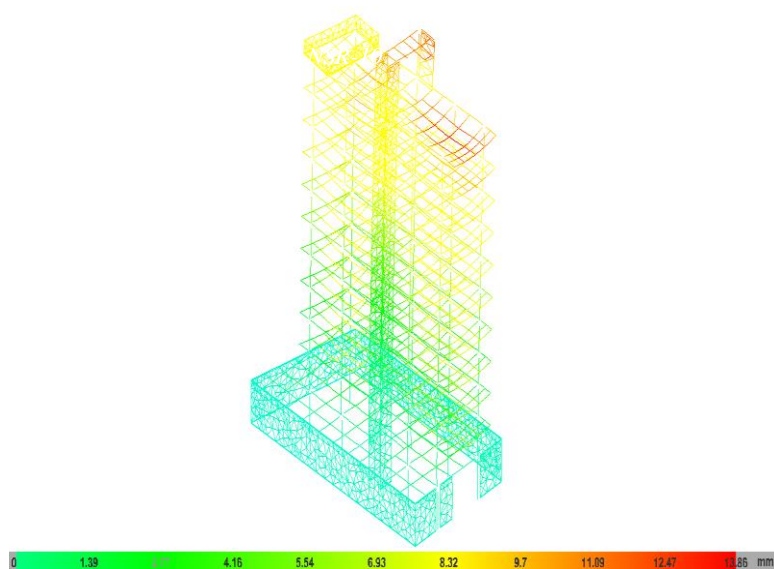


Figura 11. Deformación la estructura, deformación mínima: 0.14 cm, deformación máxima: 1.34 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 1

Distorsión máxima y desplome total máximo en columnas

Bajo situaciones persistentes o transitorias	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Distorsión absoluta máxima	0.0014	0.0015
Desplome total máximo	0.0000	0.0002
Bajo situaciones sísmicas	Dirección X	Dirección Y
	(m)	(m)
Distorsión absoluta máxima	0.0318	0.0311
Desplome total máximo	0.0048	0.0069

Nota: Distorsiones y desplomes totales máximos en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias y situaciones sísmicas. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 2

Desplazamientos máximos para las columnas

Desplazamiento Máximo en columnas (cm)			
Situaciones persistentes o transitorias			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C3	0,339	1,067	0,347
Situaciones sísmicas (cm)			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C6	17,611	25,017	0,655

Nota: Desplazamientos máximos en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias y bajo acciones sísmicas. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 3

Cantidad de concreto y acero requerido para la estructura

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Losas	1629.73	166.34	21065
Vigas	816.88	394.65	53662
Muros	1109.24	136.90	14025
Muros de bloques de concreto		0.35	55
Columnas	579.62	70.88	19094
Total	6094.76	769.12	107901

Nota: Resumen de cuantías de obra (Concreto – Refuerzo). Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

9.3 Particiones macizas de concreto

 Editar grupos

Nombre	Categoría de uso	Q (t/m ²)	CM (t/m ²)	Proceso constructivo
Losa 12 - Fondo tanque	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Piscina	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Losa 11 - Cubierta (Terraza)	Uso 1	0.50	0.20	Editar
Losa 10 - Piso 10 (Altílo)	Uso 1	0.18	0.40	Editar
Losa 9 - Piso 9	Uso 1	0.18	0.40	Editar
Forjados 6 a 8	Uso 1	0.18	0.40	Editar
Forjados 2 a 5	Uso 1	0.18	0.40	Editar
Losa 1 - Piso 1 (Lobby)	Uso 1	0.25	0.12	Editar

Figura 12. Cargas vivas y muertas introducidos en el programa. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Las cargas aquí presentes son las que se introdujeron en el programa de análisis estructural, son las cargas presentes en los parámetros de diseño (cargas según uso de la estructura), a las cargas muertas se le adicionó el valor mínimo alternativo de carga para particiones macizas de concreto ($244 \text{ kg/m}^2 - 0.24 \text{ Tn/m}^2$) según la NSR-10. En el piso 11 no existen particiones de mampostería.

9.3.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas para particiones macizas de concreto.

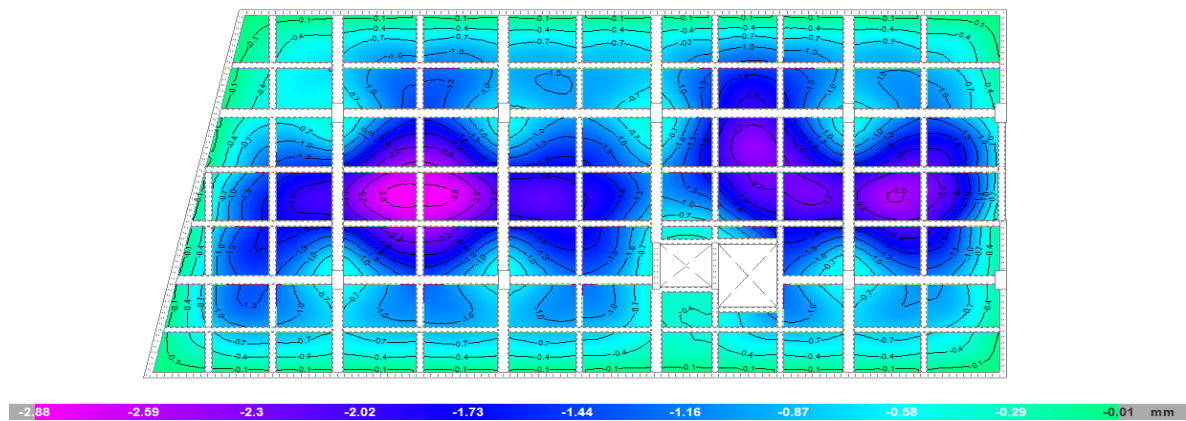


Figura 13. Desplazamiento horizontal losa 1, desplazamiento mínimo: 0.001 cm, desplazamiento máximo: 0.28 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

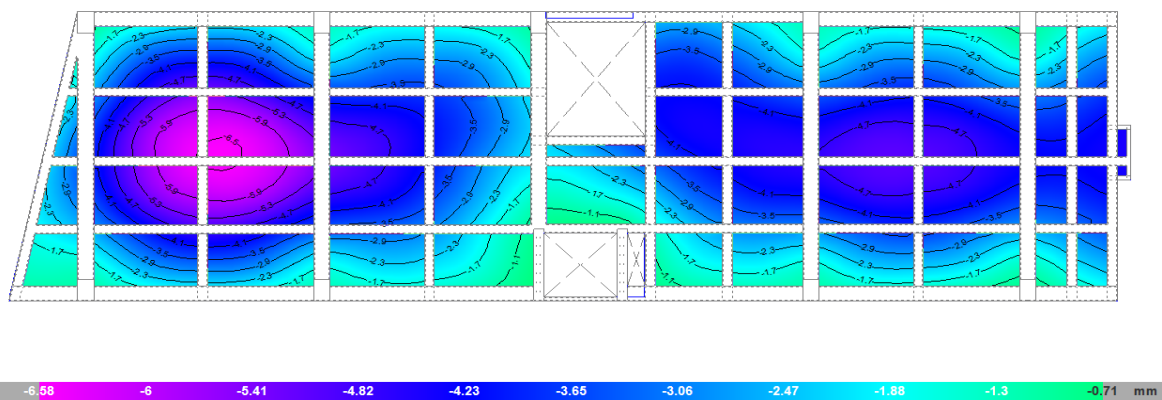


Figura 14. Desplazamiento horizontal losa 2 a la 5, desplazamiento mínimo: 0.07 cm, desplazamiento máximo: 0.66 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

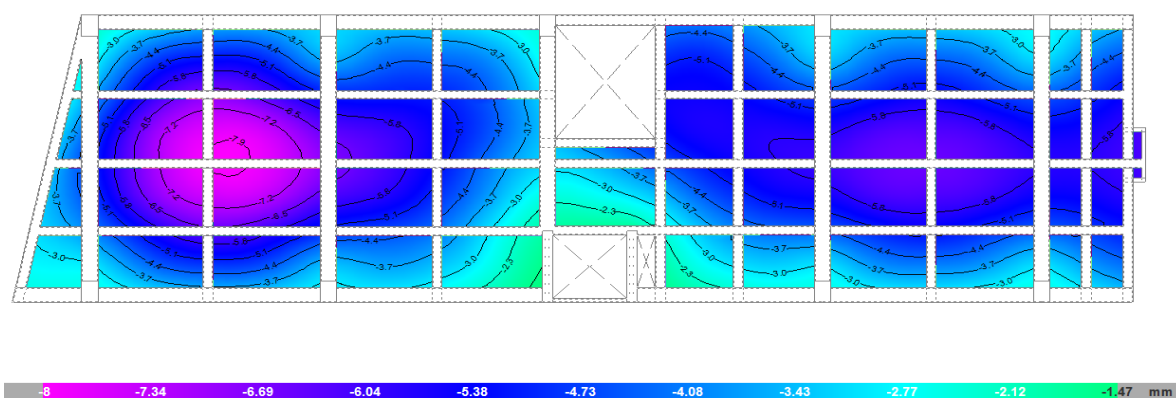


Figura 15. Desplazamiento horizontal losa 6 a la 8, desplazamiento mínimo: 0.15 cm, desplazamiento máximo: 0.80 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez. 2017.

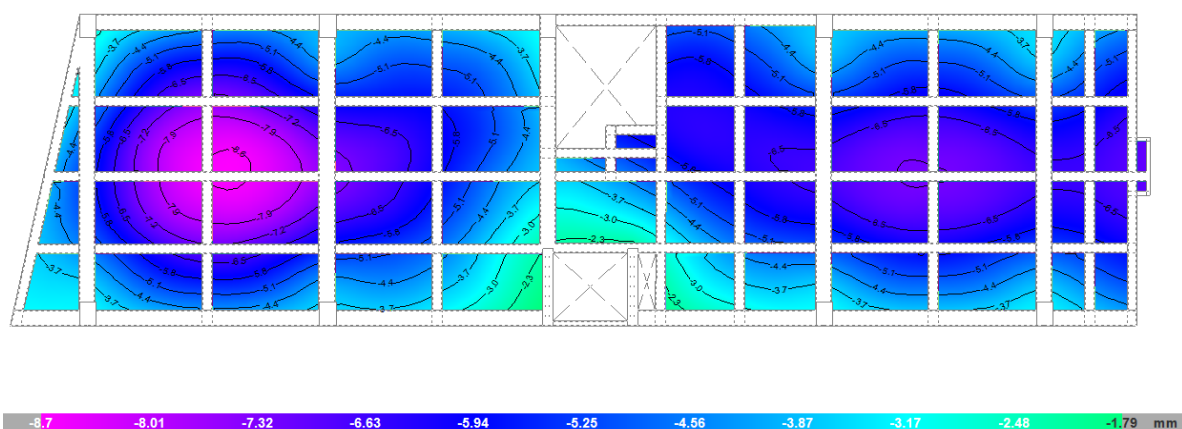


Figura 16. Desplazamiento horizontal losa 9, desplazamiento mínimo: 0.18 cm, desplazamiento máximo: 0.87 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez. 2017.

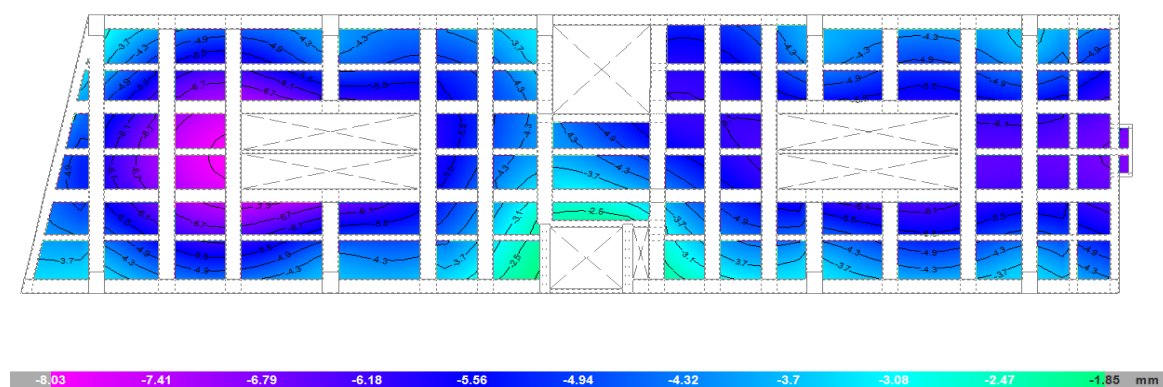


Figura 17. Desplazamiento horizontal losa 10, desplazamiento mínimo: 0.18 cm, desplazamiento máximo: 0.80 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez. 2017.

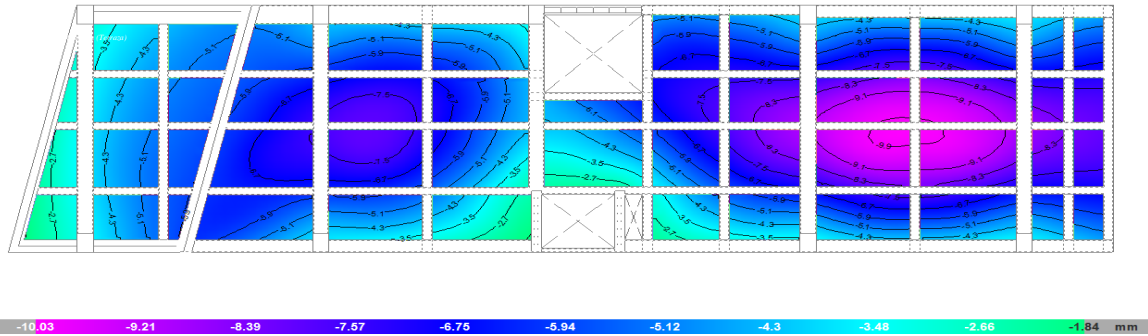


Figura 18. Desplazamiento horizontal losa 11, desplazamiento mínimo: 0.18 cm, desplazamiento máximo: 1.03 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

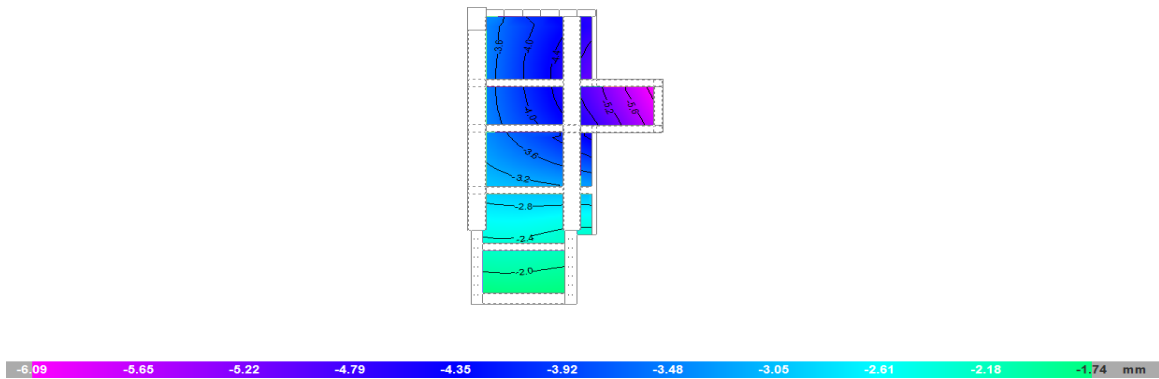


Figura 19. Desplazamiento horizontal losa 12, desplazamiento mínimo: 0.18 cm, desplazamiento máximo: 0.61 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

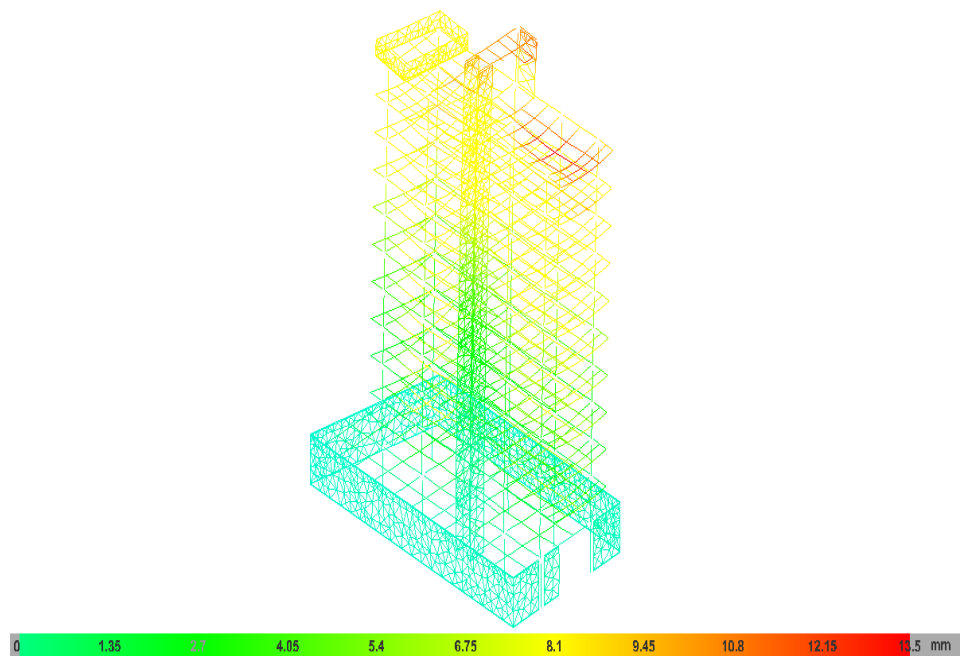


Figura 20. Deformación la estructura, deformación mínima: 0.13 cm, deformación máxima: 1.35 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 4

Distorsiones absolutas máximas y desplomes totales máximos en columnas

Bajo situaciones persistentes o transitorias	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Distorsión absoluta máxima	0.0014	0.0015
Desplome total máximo	0.0000	0.0002
Bajo situaciones sísmicas	Dirección X	Dirección Y
	(m)	(m)
Distorsión absoluta máxima	0.0305	0.0299
Desplome total máximo	0.0047	0.0066

Nota: Distorsión absoluta máxima en columnas y desplome totales máximo en columnas. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 5

Desplazamiento máximo en columnas

Desplazamiento Máximo en columnas (cm)			
Situaciones persistentes o transitorias			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C3	0,333	1,024	0,337
Situaciones sísmicas (cm)			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C6	17,004	24,082	0,633

Nota: Desplazamientos máximos en columnas en direcciones X, Y, Z en situaciones transitorias y situaciones sísmicas. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.


Tabla 6

Cantidades de acero y concreto requeridos por la estructura

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Losas	1629.73	166.34	20898
Vigas	816.88	394.65	52541
Muros	1109.24	136.90	13690
Muros de bloques de concreto		0.35	55
Columnas	579.62	70.88	18135
Total	6094.76	769.12	105319

Nota: Resumen de cuantías de obra (Concreto – Refuerzo). Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

9.4 Particiones livianas (Drywall)

 Editar grupos

Nombre	Categoría de uso	Q (t/m ²)	CM (t/m ²)	Proceso constructivo
Losa 12 - Fondo tanque	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Piscina	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Losa 11 - Cubierta (Terraza)	Uso 1	0.50	0.20	Editar
Losa 10 - Piso 10 (Altílo)	Uso 1	0.18	0.19	Editar
Losa 9 - Piso 9	Uso 1	0.18	0.19	Editar
Forjados 6 a 8	Uso 1	0.18	0.19	Editar
Forjados 2 a 5	Uso 1	0.18	0.19	Editar
Losa 1 - Piso 1 (Lobby)	Uso 1	0.25	0.12	Editar

Figura 21. Cargas vivas y muertas introducidos en el programa. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Las cargas aquí presentes son las que se introdujeron en el programa de análisis estructural, son las cargas presentes en los parámetros de diseño (cargas segun uso de la estructura), a las cargas muertas se le adicionó el valor mínimo alternativo de carga para particiones livianas de Drywall ($25 \text{ kg/m}^2 - 0.025 \text{ Tn/m}^2$), En el piso 11 no existen particiones de mampostería.

9.4.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas con la Q_m aportada por el Drywall.

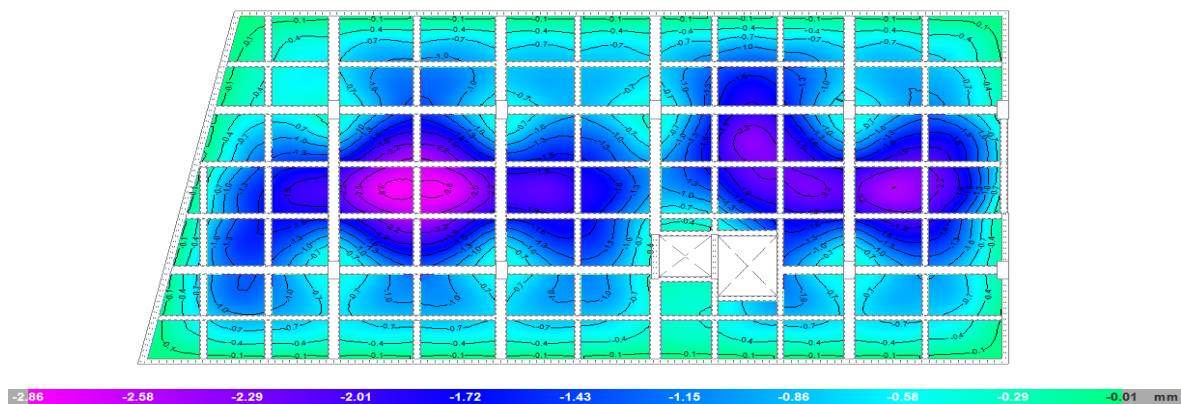


Figura 22. Desplazamiento horizontal losa 1, desplazamiento mínimo: 0.001 cm, desplazamiento máximo: 0.28 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

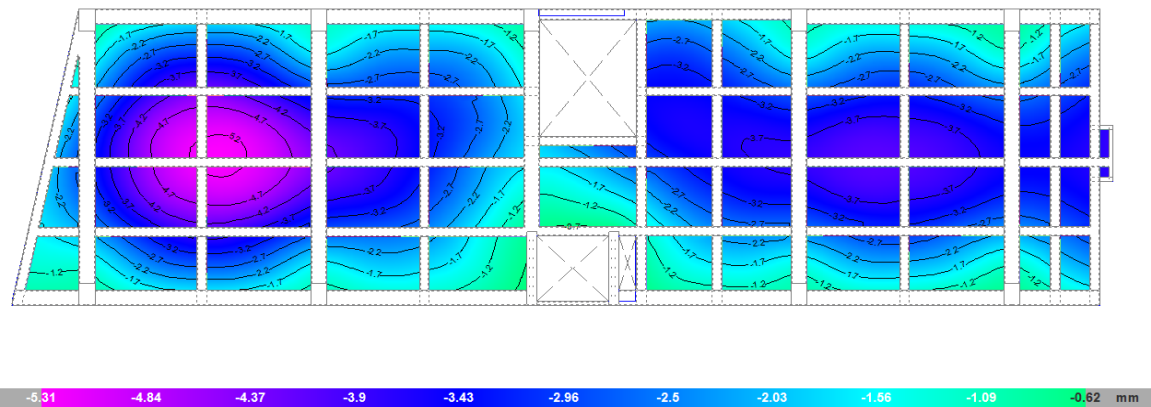


Figura 23. Desplazamiento horizontal losa 2 a la 5, desplazamiento mínimo: 0.06 cm, desplazamiento máximo: 0.53 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez. 2017.

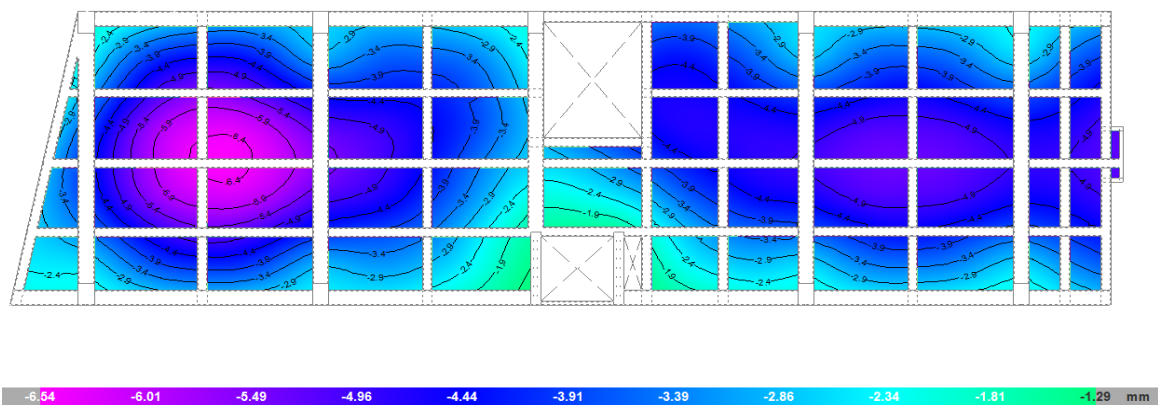


Figura 24. Desplazamiento horizontal losa 6 a la 8, desplazamiento mínimo: 0.15 cm, desplazamiento máximo: 0.65 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez. 2017.

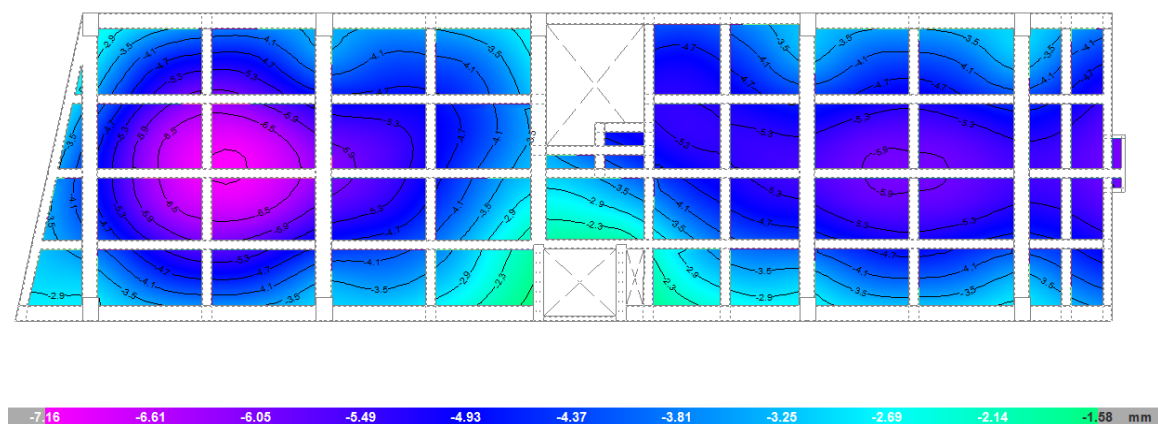


Figura 25. Desplazamiento horizontal losa 9, desplazamiento mínimo: 0.16 cm, desplazamiento máximo: 0.72 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez. 2017.

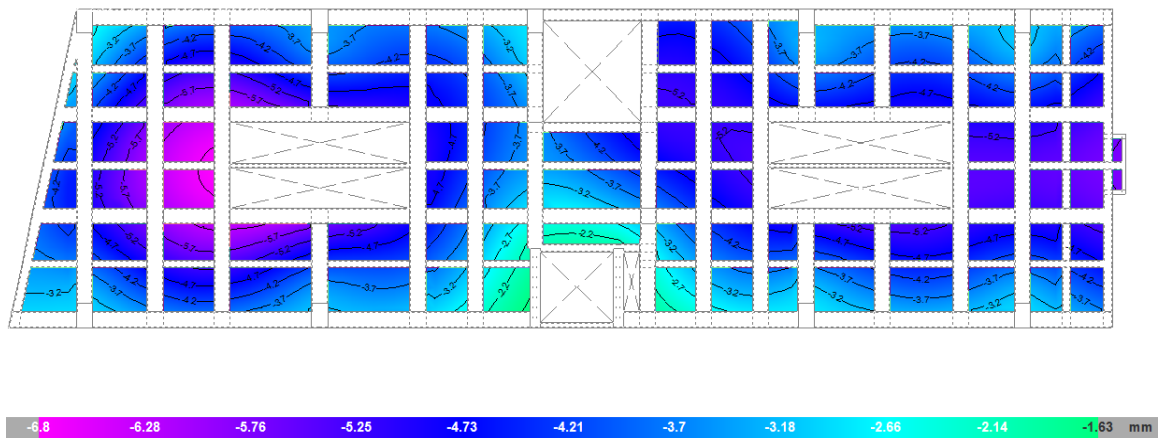


Figura 26. Desplazamiento horizontal losa 10, desplazamiento mínimo: 0.16 cm, desplazamiento máximo: 0.68 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

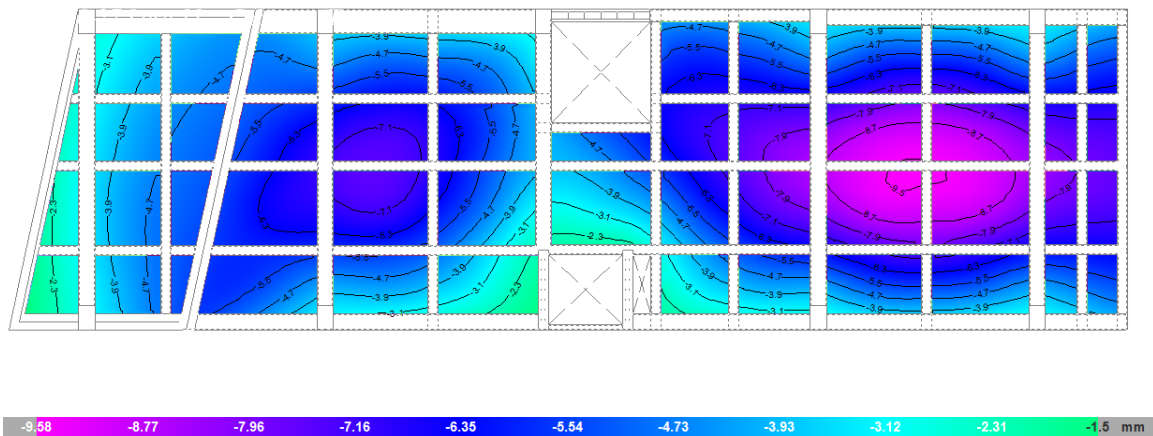


Figura 27. Desplazamiento horizontal losa 11, desplazamiento mínimo: 0.15 cm, desplazamiento máximo: 0.96 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

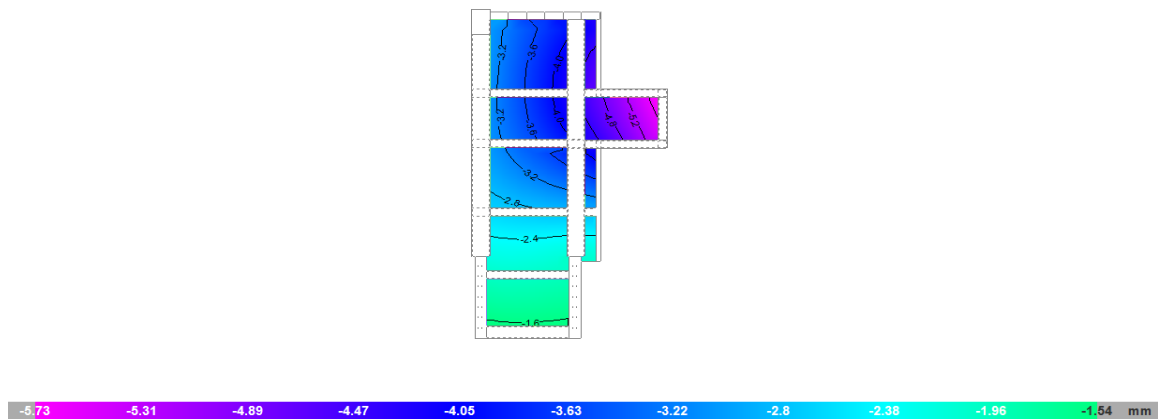


Figura 28. Desplazamiento horizontal losa 12, desplazamiento mínimo: 0.15 cm, desplazamiento máximo: 0.57 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

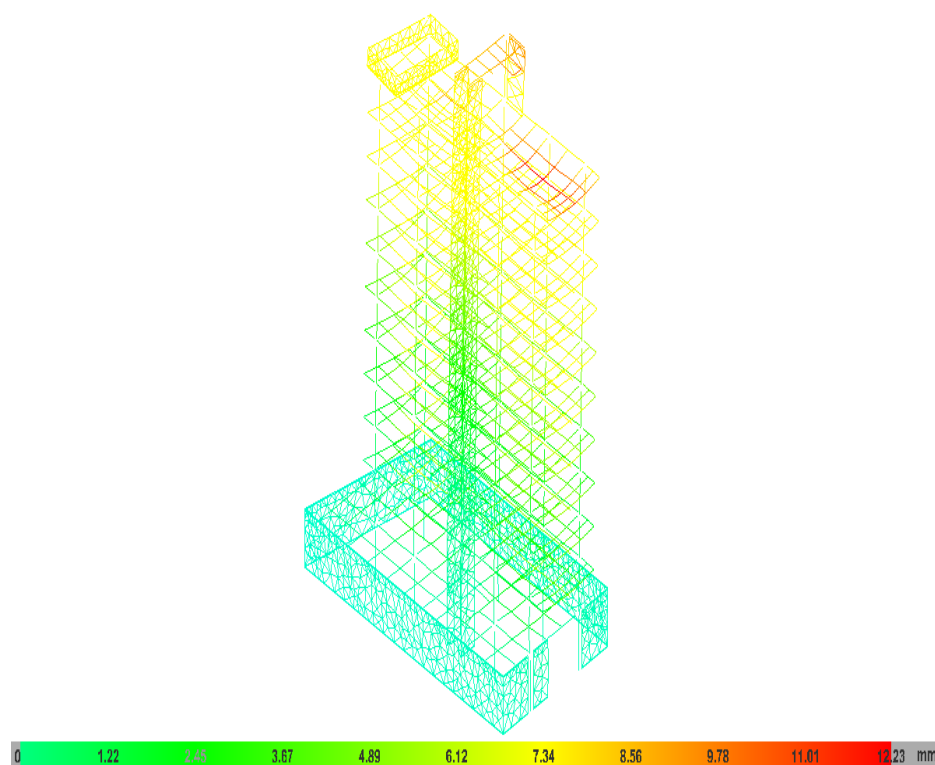


Figura 29. Deformación la estructura, deformación mínima: 0.00 cm, deformación máxima: 1.22 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 7

Distorsiones máximas y desplomes máximos en columnas

Bajo situaciones persistentes o transitorias	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Distorsión absoluta máxima	0.0014	0.0013
Desplome total máximo	0.0000	0.0002
Bajo situaciones sísmicas	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Distorsión absoluta máxima	0.0256	0.0255
Desplome total máximo	0.0040	0.0057

Nota: Distorsión absoluta máxima en columnas y desplome totales máximo en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias y bajo situaciones sísmicas. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

A continuación en las tablas 9 y 10 se observan los desplazamientos máximos en columnas y la tabla resumen de cuantías de obra.

Tabla 8

Desplazamientos máximos que sufren las columnas

Desplazamiento Máximo en columnas (cm)			
Situaciones persistentes o transitorias			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C3	0,311	0,871	0,297
Situaciones sísmicas (cm)			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C6	14,656	20,848	0,558

Nota: Desplazamientos máximos en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias y bajo situaciones sísmicas. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 9

Tabla resumen cuantías de obra

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Losas	1629.73	166.34	20401
Vigas	816.88	394.65	49112
Muros	1109.24	136.90	12580
Muros de bloques de concreto		0.35	55
Columnas	579.62	70.88	15833
Total	6094.76	769.12	97981

Nota: Resumen de cuantías de obra (Concreto – Refuerzo). Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

10. Discusiones

10.1 Desplazamientos máximos en losas

Tabla 1

Resumen desplazamientos máximos en columnas

Losa	Mampostería tradicional (cm)	Mampostería maciza de concreto (cm)	Particiones livianas (cm)
Losa 1 - Piso 1 (Lobby)	0,28	0,28	0,28
Losa 2 a la 5	0,69	0,66	0,53
Losa 6 a 8	0,84	0,80	0,65
Losa 9	0,91	0,87	0,72
Losa 10 (Altillo)	0,84	0,80	0,68
Losa 11 - Cubierta (Terraza)	1,15	1,03	0,96
Losa 12 (Losa Tanque)	0,62	0,61	0,57

Nota: Resumen desplazamientos máximos en columnas para particiones fijas de mampostería y particiones livianas con Drywall. Por J. E. Núñez. 2017.

Como se observa, un sistema de particiones livianas es mucho más amigable con la estructura en comparación con las particiones de mampostería tradicional y las particiones en mampostería maciza de concreto, haciendo que en las losas haya menores desplazamientos.

- ✓ En la Losa 1 o Piso Lobby el desplazamiento se mantiene constante para los tres tipos de particiones.
- ✓ Para las losas 2 a la 5 las particiones tradicionales y macizas de concreto producen un 23.2% y 19.7% respectivamente, más desplazamientos que las particiones livianas.
- ✓ De la losa 6 a la 8 el sistema de particiones livianas promueve un 22.6% y 18.7% menores desplazamientos cotejando con los otros dos tipos de particiones en observación.

- ✓ Ahora bien, en la losa 9 las particiones en mampostería tradicional y en mampostería maciza de concreto, generan un 20.9% y 17.2% de incremento en los desplazamientos de la losa con respecto a las particiones livianas.
- ✓ En el piso del altillo o losa 10 las particiones livianas forjan un 19.0% y 15.0% menores desplazamientos en la losa en balance con las particiones fijas en estudio.
- ✓ En la losa de cubierta y terraza las particiones fijas proporcionan un 16.5% y 6.8% mayores desplazamientos que las particiones livianas de Drywall.

A continuación se ilustra una gráfica con los desplazamientos en centímetros que experimentan cada una de las losas por tipo de mampostería, de esta manera se logra identificar a simple vista que el sistema de particiones livianas usando Drywall, a nivel general es de mayor factibilidad, suministrando menores intervalos de desplazamientos. Se debe tener claro que en la losa 12 no existe ningún tipo de mampostería, sin embargo, allí se manifiesta cierto desplazamiento por efecto puro de la gravedad y por la misma deformación de la estructura.

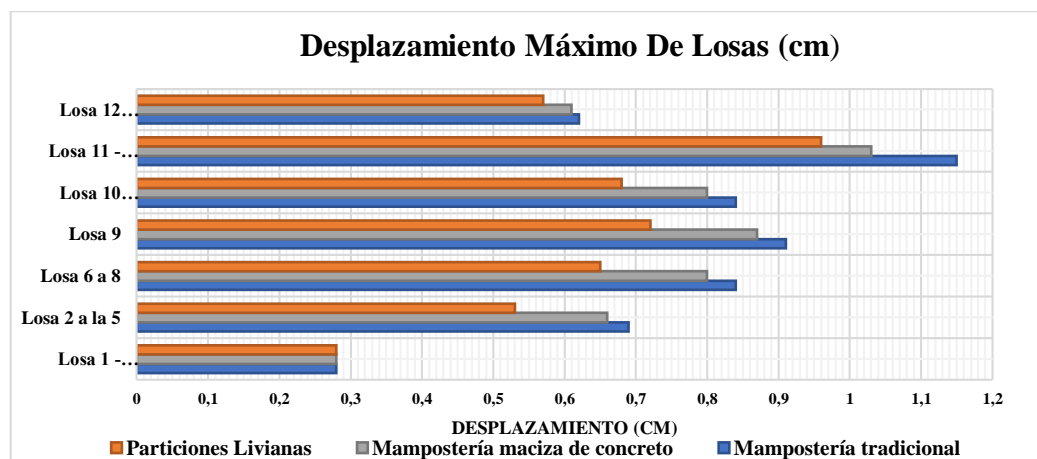


Figura 1. Distribución desplazamientos máximos en losas. Aquí se observa el resultado de desplazamientos máximo en losas de acuerdo al tipo de sistema de partición utilizada, por J. E. Núñez. 2017.

10.2 Deformaciones

Tabla 2

Resumen deformación de la estructura

Tipo De Particiones	Deformación máxima (cm)
Tradicional	1,39
Maciza de concreto	1,35
Liviana	1,22

Nota: Resumen de las deformaciones la estructura bajo los valores mínimos alternativos de carga dispuestos por la NSR-10, por J. E. Núñez. 2017.

Se hace evidente que la estructura cargada con particiones livianas tiene una ligera ventaja con respecto a particiones fijas de mampostería tradicional y macizas de concreto, pues aporta un 12.2% y 9.6% menos deformaciones que usando en las estructuras particiones fijas. El promedio de deformación de la estructura del edificio Viverdi con carga de particiones de mampostería tradicional es de unos 7.6 mm (0.76 cm), con mampostería maciza de concreto el promedio de deformación es de 7.4 mm (0.74 cm) y para particiones livianas el promedio de deformación esta alrededor de los 6.8 mm (0.68 cm).

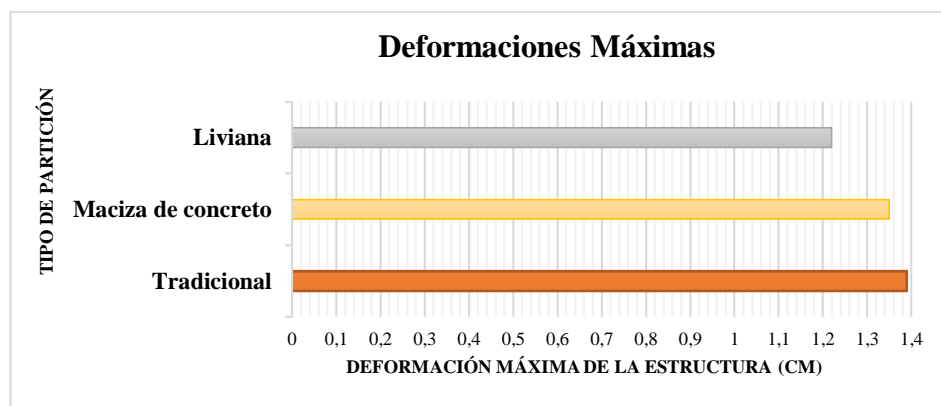


Figura 2. Representación gráfica de las deformaciones máximas de la estructura según el tipo de sistema de partición utilizado en la estructura, por J. E. Núñez. 2017.

10.3 Distorsiones en columnas

Tabla 3

Resumen general de distorsiones en columnas

Tipo de partición	Bajo situaciones persistentes o transitorias	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Tradicional	Distorsión absoluta máxima	0.0014	0.0015
Maciza de concreto	Distorsión absoluta máxima	0.0014	0.0015
Liviana	Distorsión absoluta máxima	0.0014	0.0013

Nota: Resumen de distorsiones máximas en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias y los efectos de valores mínimos alternativos de carga dispuestos por la NSR-10, por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 4

Resumen general distorsiones en columnas

Tipo de partición	Bajo situaciones sísmicas	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Tradicional	Distorsión absoluta máxima	0.0318	0.0311
Maciza de concreto	Distorsión absoluta máxima	0.0305	0.0299
Liviana	Distorsión absoluta máxima	0.0256	0.0255

Nota: Resumen de distorsiones máximas en columnas bajo situaciones sísmicas y los efectos de valores mínimos alternativos de carga dispuestos por la NSR-10, por J. E. Núñez. 2017.

Bajo situaciones persistentes o transitorias se observa que las distorsiones en columnas en dirección X no varían, en dirección Y se evidencia que hay un 13.3% menos de distorsión absoluta máxima para las columnas bajo acción de las cargas para particiones livianas.

Bajo situaciones sísmicas las particiones livianas en dirección X favorecen en un 19.5% y 16.1% con respecto a particiones tradicionales y macizas de concreto, mientras que en la dirección Y las columnas sufren un 18.0% y 17.3% menos distorsiones con carga liviana.

10.4 Desplomes en columnas

Tabla 5

Resumen general desplomes máximos en columnas

Tipo de partición	Bajo situaciones persistentes o transitorias	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Tradicional	Desplome total máximo	0.0000	0.0002
Maciza de concreto	Desplome total máximo	0.0000	0.0002
Liviana	Desplome total máximo	0.0000	0.0002

Nota: Resumen desplomes máximos en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias y los efectos de valores mínimos alternativos de carga dispuestos por la NSR-10, por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 6

Resumen general desplomes en columnas

Tipo de partición	Bajo situaciones sísmicas	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Tradicional	Desplome total máximo	0.0048	0.0069
Maciza de concreto	Desplome total máximo	0.0047	0.0066
Liviana	Desplome total máximo	0.0040	0.0057

Nota: Resumen desplomes máximos en columnas bajo situaciones sísmicas y los efectos de valores mínimos alternativos de carga dispuestos por la NSR-10, por J. E. Núñez. 2017.

En cuanto a los desplomes de las columnas tenemos que para situaciones persistentes no existen ni en la dirección X y en Y, el desplome es igual para las columnas. Para situaciones sísmicas, las columnas tienen desplomes mayores cuando adquieren cargas de gran magnitud, por ejemplo, en dirección X las columnas obtuvieron 16.7% y 14.9% mayores desplomes cargando la estructura con particiones fijas que con particiones livianas, en la dirección Y obtuvieron 17.4% y 13.6% mayores desplomes para las mismas condiciones.

10.5 Desplazamientos en columnas

Tabla 7

Resumen general desplazamientos en columnas

Tipo de partición	Situaciones persistentes o transitorias			
	Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
Tradicional	C3	0,339	1,067	0,347
Maciza de concreto	C3	0,333	1,024	0,337
Liviana	C3	0,311	0,871	0,297

Nota: Resumen desplazamiento máximo en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias y los efectos de valores mínimos alternativos de carga dispuestos por la NSR-10, por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 8

Resumen general desplazamiento en columnas

Tipo de partición	Situaciones sísmicas			
	Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
Tradicional	C6	17,611	25,017	0,655
Maciza de concreto	C6	17,004	24,082	0,633
Liviana	C6	14,656	20,848	0,558

Nota: Resumen desplazamiento máximo en columnas bajo situaciones sísmicas y los efectos de valores mínimos alternativos de carga dispuestos por la NSR-10, por J. E. Núñez. 2017.

Según los resultados, bajo situaciones persistentes se tienen los máximos desplazamientos en la columna 3, el desplazamiento en X es un 8.26% y 6.61% menos en particiones livianas que para particiones tradicionales y macizas de concreto respectivamente. Los desplazamientos en Y son 18.37% y 14.94% mayores para particiones fijas que para particiones livianas. Por último, para los desplazamientos en Z, las particiones livianas producen un 14.41% y 11.87% menos desplazamiento en la columna más castigada que en este caso es la columna 3.

Para situaciones sísmicas, encontramos que la columna 6 es la que más sufre efectos de desplazamientos, para empezar, en dirección X las particiones livianas registran 16.78% y

13.81% menores desplazamientos en la columna en comparación con las particiones fijas en estudio; en Y, se manifiestan 16.66% y 13.43% mayores desplazamientos usando particiones tradicionales y macizas de concreto; finalmente, en dirección Z los desplazamientos se ven reducidos en la columna hasta los 14.81% y 11.85% cargando la estructura con particiones livianas.

10.6 Refuerzo (kg)

Comparando el valor total de kilogramos (kg) de refuerzo que requiere la estructura cargándola con los tipos de particiones en análisis, se tiene que si se carga la estructura con particiones tradicionales se requiere un total aproximado de unos 107901 Kg (107.9 Tn), cargada con particiones macizas de concreto demanda alrededor de 105319 Kg (105.3 Tn) y cargada con particiones livianas l estructura solicitaría un total de 97981 Kg (97.9 Tn) de refuerzo.

Estadísticamente, utilizando sistemas de particiones livianas se ahorraría en refuerzo un 9.2% con respecto a particiones de mampostería tradicional y 7.0% aproximadamente con respecto a particiones macizas de concreto, de esta misma manera se pudo recortar el presupuesto total para la ejecución de este proyecto.

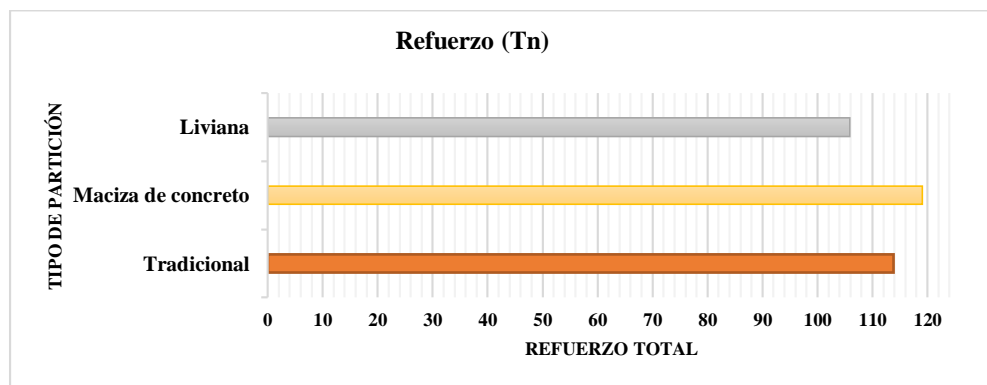


Figura 3. Representación gráfica del refuerzo requerido por la estructura según el tipo de sistema de partición utilizado en la estructura, por J.E. Núñez. 2017.

11. Resultados para cargas calculadas

11.1 Particiones fijas y livianas con cargas calculadas

A continuación, se calculan las cargas reales por losa en Tn/m^2 teniendo en cuenta la densidad del bloque + mortero de pega + pañete para particiones de mampostería tradicional, la densidad del concreto reforzado para mampostería maciza de concreto, la densidad del Drywall para particiones livianas, la longitud total de particiones requeridas en metros lineales para cada piso, la altura libre entre pisos, el espesor de las particiones a utilizar, que en este caso se tendrá el mismo espesor, para tener igualdad en las variables y no desviar los resultados del análisis.

11.2 Carga muerta por losa para particiones en mampostería tradicional

$$Carga\ lineal \rightarrow Q_l = \gamma * h * e * L$$

Donde:

γ : densidad del bloque + mortero de pega + pañete

h : altura libre de losa a losa

e : espesor del muro

L : longitud total de particiones en la losa

$$Carga\ muerta\ sobre\ la\ losa \rightarrow Q_m = Q_l/A$$

En donde A es igual al área de la losa sin vacíos.

Losa 1 – Piso 1 (Lobby)

$$Q_l = 2,0\ Tn/m^3 * 3,5\ m * 0,12\ m * 19,47\ m \rightarrow Q_l = 16,35\ Tn$$

$$Q_m = 16,35\ Tn/418,53\ m^2 \rightarrow Q = 0,039\ Tn/m^2$$

Losa 2 a la 8

$$Q_l = 2,0 \text{ Tn/m}^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 122,20 \text{ m} \rightarrow Q_l = 77,72 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 77,72 \text{ Tn}/199,37 \text{ m}^2 \rightarrow Q = 0,39 \text{ Tn/m}^2$$

Losa 9

$$Q_l = 2,0 \text{ Tn/m}^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 123,38 \text{ m} \rightarrow Q_l = 78,47 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 78,47 \text{ Tn}/200,37 \text{ m}^2 \rightarrow Q = 0,39 \text{ Tn/m}^2$$

Losa 10 (Altillo)

$$Q_l = 2,0 \text{ Tn/m}^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 96,28 \text{ m} \rightarrow Q_l = 61,23 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 61,23 \text{ Tn}/182,94 \text{ m}^2 \rightarrow Q = 0,33 \text{ Tn/m}^2$$

Losa 11 – Cubierta (Terraza)

$$Q_l = 2,0 \text{ Tn/m}^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 61,06 \text{ m} \rightarrow Q_l = 38,83 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 38,83 \text{ Tn}/164,37 \text{ m}^2 \rightarrow Q = 0,24 \text{ Tn/m}^2$$

11.3 Carga muerta por losa para particiones en mampostería maciza de concreto

$$\text{Carga lineal} \rightarrow Q_l = \gamma * h * e * L$$

Donde:

γ : densidad del concreto reforzado

$$\text{Carga distribuida sobre la losa} \rightarrow Q_m = Q_l/A$$

En donde A es igual al área de la losa sin vacíos.

Losa 1 – Piso 1 (Lobby)

$$Q_l = 2,40 \text{ Tn/m}^3 * 3,5 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 19,47 \text{ m} \rightarrow Q_l = 19,63 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 19,63 \text{ Tn}/418,53 \text{ m}^2 \rightarrow Q = \mathbf{0,047 \text{ Tn}/m^2}$$

Losa 2 a la 8

$$Q_l = 2,40 \text{ Tn}/m^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 122,20 \text{ m} \rightarrow Q_l = 93,26 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 93,26 \text{ Tn}/199,37 \text{ m}^2 \rightarrow Q = \mathbf{0,47 \text{ Tn}/m^2}$$

Losa 9

$$Q_l = 2,40 \text{ Tn}/m^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 123,38 \text{ m} \rightarrow Q_l = 94,16 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 94,16 \text{ Tn}/200,37 \text{ m}^2 \rightarrow Q = \mathbf{0,47 \text{ Tn}/m^2}$$

Losa 10 (Altillo)

$$Q_l = 2,40 \text{ Tn}/m^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 96,28 \text{ m} \rightarrow Q_l = 73,48 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 73,48 \text{ Tn}/182,94 \text{ m}^2 \rightarrow Q = \mathbf{0,40 \text{ Tn}/m^2}$$

Losa 11 – Cubierta (Terraza)

$$Q_l = 2,40 \text{ Tn}/m^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 61,06 \text{ m} \rightarrow Q_l = 46,60 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 46,60 \text{ Tn}/164,37 \text{ m}^2 \rightarrow Q = \mathbf{0,28 \text{ Tn}/m^2}$$

11.4 Carga muerta por losa para particiones livianas (Drywall)

$$\text{Carga lineal} \rightarrow Q_l = \gamma * h * e * L$$

Donde:

γ : densidad promedio del drywall

$$\text{Carga distribuida sobre la losa} \rightarrow Q_m = Q_l/A$$

En donde A es igual al área de la losa sin vacíos.

Losa 1 – Piso 1 (Lobby)

$$Q_l = 1,25 \text{ Tn/m}^3 * 3,5 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 19,47 \text{ m} \rightarrow Q_l = 10,22 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 10,22 \text{ Tn}/418,53 \text{ m}^2 \rightarrow Q = \mathbf{0,024 \text{ Tn/m}^2}$$

Losa 2 a la 8

$$Q_l = 1,25 \text{ Tn/m}^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 122,20 \text{ m} \rightarrow Q_l = 48,57 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 48,57 \text{ Tn}/199,37 \text{ m}^2 \rightarrow Q = \mathbf{0,24 \text{ Tn/m}^2}$$

Losa 9

$$Q_l = 1,25 \text{ Tn/m}^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 123,38 \text{ m} \rightarrow Q_l = 49,04 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 49,04 \text{ Tn}/200,37 \text{ m}^2 \rightarrow Q = \mathbf{0,24 \text{ Tn/m}^2}$$

Losa 10 (Altillo)

$$Q_l = 1,25 \text{ Tn/m}^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 96,28 \text{ m} \rightarrow Q_l = 38,27 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 38,27 \text{ Tn}/182,94 \text{ m}^2 \rightarrow Q = \mathbf{0,21 \text{ Tn/m}^2}$$

Losa 11 – Cubierta (Terraza)

$$Q_l = 1,25 \text{ Tn/m}^3 * 2,65 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 61,06 \text{ m} \rightarrow Q_l = 24,27 \text{ Tn}$$

$$Q_m = 24,27 \text{ Tn}/164,37 \text{ m}^2 \rightarrow Q = \mathbf{0,15 \text{ Tn/m}^2}$$

A continuación en la tabla 19 se puede observar el resumen de resultados de las cargas reales que soportaría la estructura en la realidad por losa y tipo de particiones. En este caso se tienen particiones fijas de mampostería tradicional, particiones macizas de concreto y particiones livianas de Drywall.

Tabla 1

Resumen general de cargas para las losas

Losas con carga muerta calculada	Q_m particiones en mampostería tradicional (Tn/m2)	Q_m particiones en mampostería fija de concreto (Tn/m2)	Q_m particiones livianas (Tn/m2)
Losa 1 - Piso 1 (Lobby)	0,039	0,047	0,024
Losa 2 a la 8	0,39	0,47	0,24
Losa 9	0,39	0,47	0,24
Losa 10 (Altillo)	0,33	0,4	0,21
Losa 11 - Cubierta (Terraza)	0,24	0,28	0,15

Nota: Resumen de cargas muertas calculadas. Estas cargas son las que soportaría cada una de las losas en la realidad según el tipo de particiones a utilizar, por J. E. Núñez. 2017.

A estas cargas calculadas se le adicionan las cargas muertas nombradas anteriormente en los parámetros de diseño para posteriormente introducirlas en el programa de análisis estructural CYPECAD 2017 y comenzar a calcular la estructura con los tres tipos de particiones y hacer su respectiva interpretación de resultados.

11.5 Particiones de mampostería tradicional

 Editar grupos

Nombre	Categoría de uso	Q (t/m²)	CM (t/m²)	Proceso constructivo
Losa 12 - Fondo tanque	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Piscina	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Losa 11 - Cubierta (Terraza)	Uso 1	0.50	0.44	Editar
Losa 10 - Piso 10 (Altillo)	Uso 1	0.18	0.49	Editar
Losa 9 - Piso 9	Uso 1	0.18	0.55	Editar
Forjados 6 a 8	Uso 1	0.18	0.55	Editar
Forjados 2 a 5	Uso 1	0.18	0.55	Editar
Losa 1 - Piso 1 (Lobby)	Uso 1	0.25	0.16	Editar

Figura 1. Cargas vivas y muertas introducidos en el programa. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

11.5.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas para particiones de mampostería tradicional.

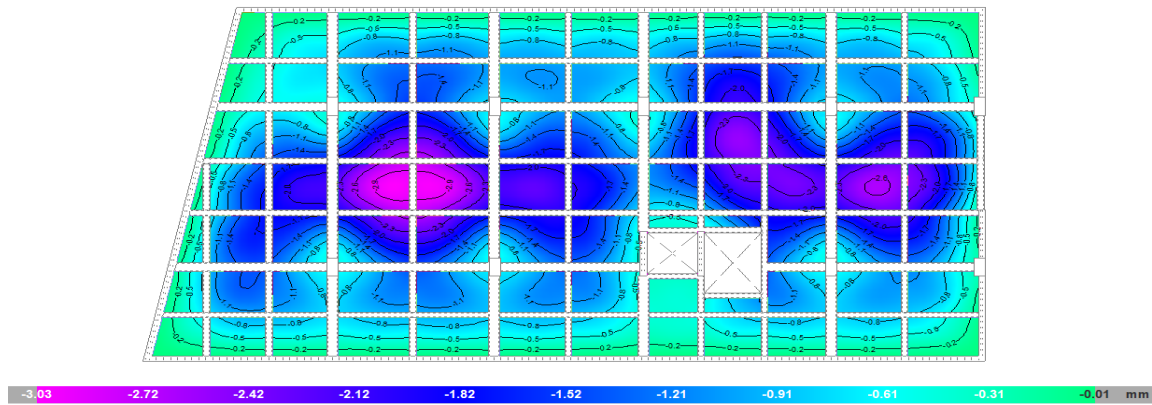


Figura 2. Desplazamiento horizontal losa 1, desplazamiento mínimo: 0.001 cm, desplazamiento máximo: 0.30 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

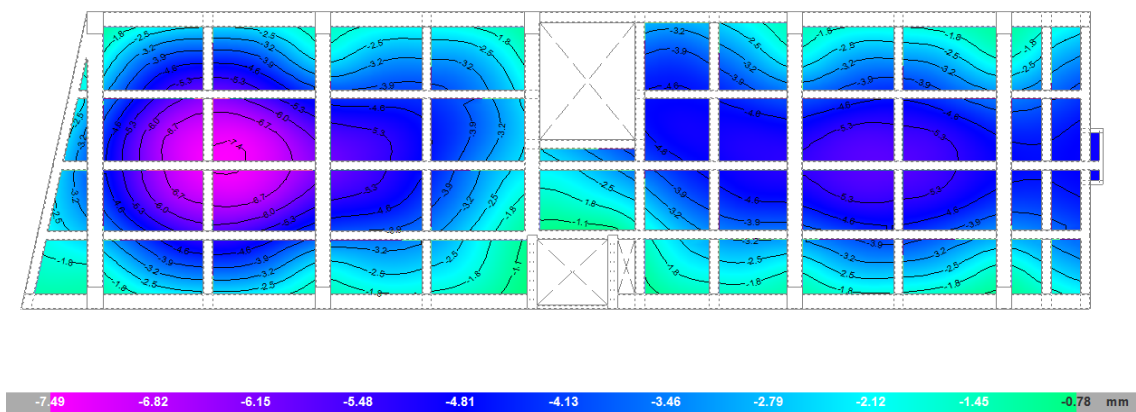


Figura 3. Desplazamiento horizontal losa 2 a la 5, desplazamiento mínimo: 0.08 cm, desplazamiento máximo: 0.75 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

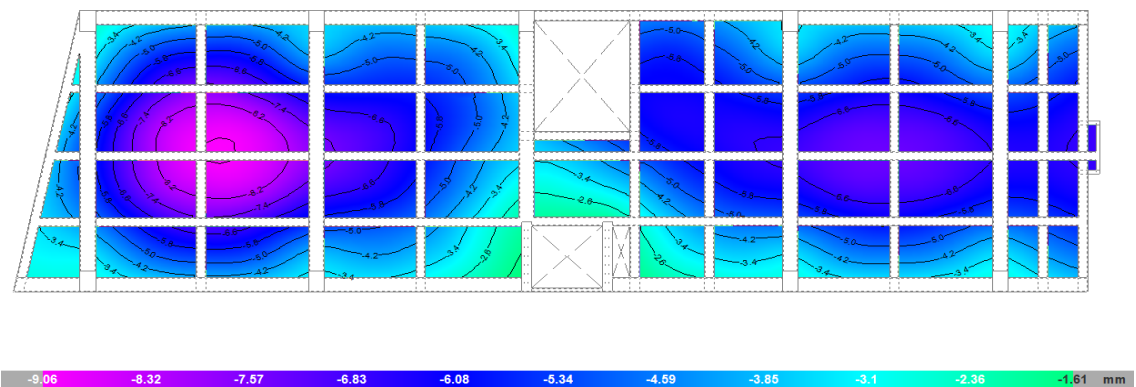


Figura 4. Desplazamiento horizontal losa 6 a la 8, desplazamiento mínimo: 0.16 cm, desplazamiento máximo: 0.91 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

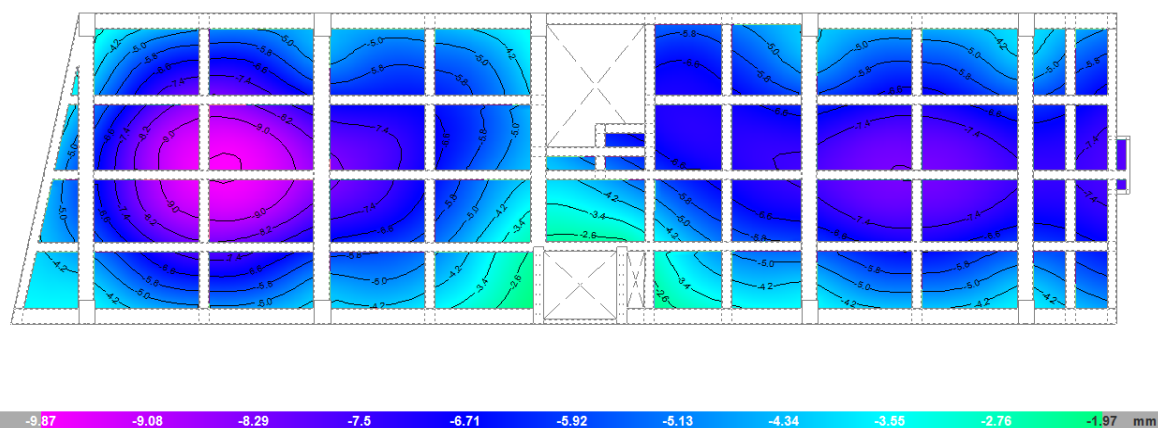


Figura 5. Desplazamiento horizontal losa 9, desplazamiento mínimo: 0.20 cm, desplazamiento máximo: 0.99 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez. 2017.

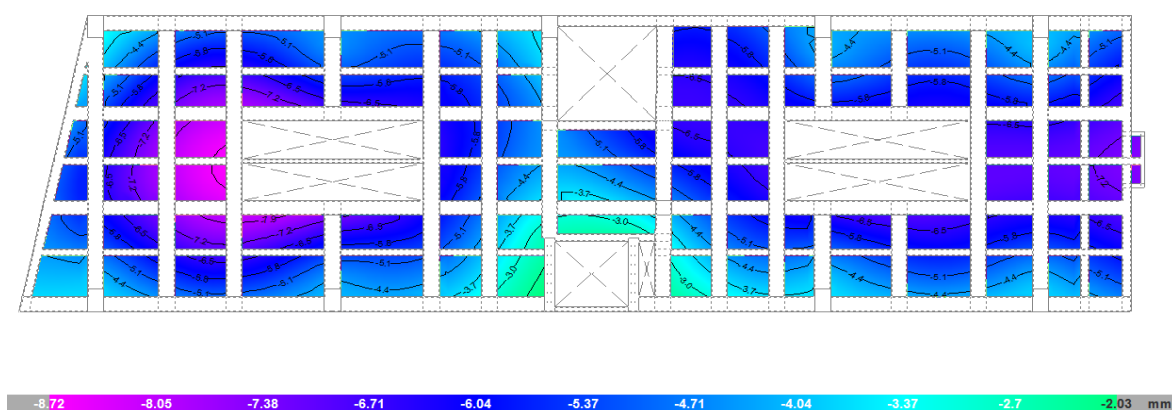


Figura 6. Desplazamiento horizontal losa 10, desplazamiento mínimo: 0.20 cm, desplazamiento máximo: 0.87 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez. 2017.

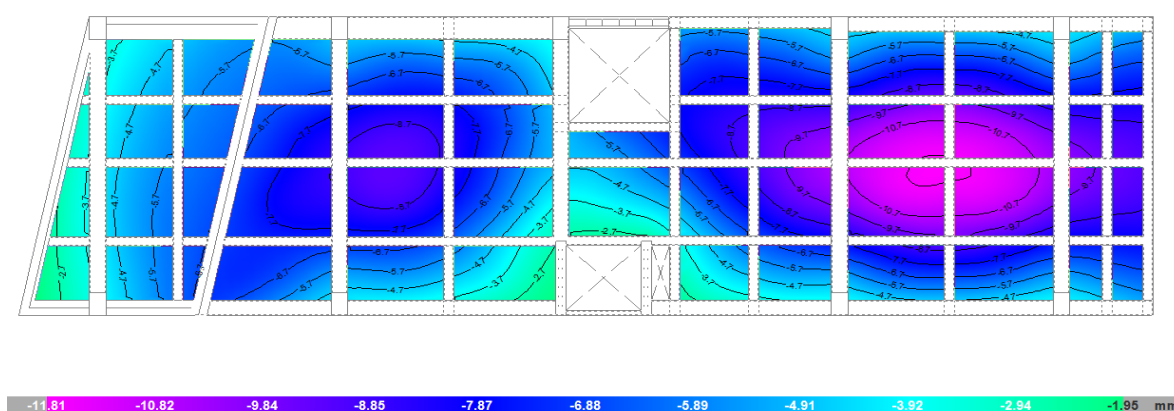


Figura 7. Desplazamiento horizontal losa 11, desplazamiento mínimo: 0.19 cm, desplazamiento máximo: 1.18 cm. Adaptado de "CYPECAD 2017 V.J" por J. E. Núñez. 2017.

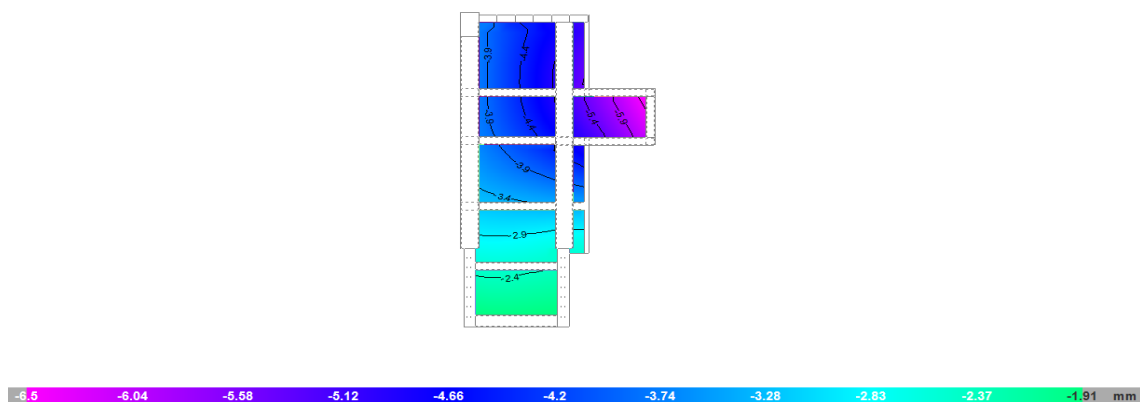


Figura 8. Desplazamiento horizontal losa 12, desplazamiento mínimo: 0.19 cm, desplazamiento máximo: 0.65 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

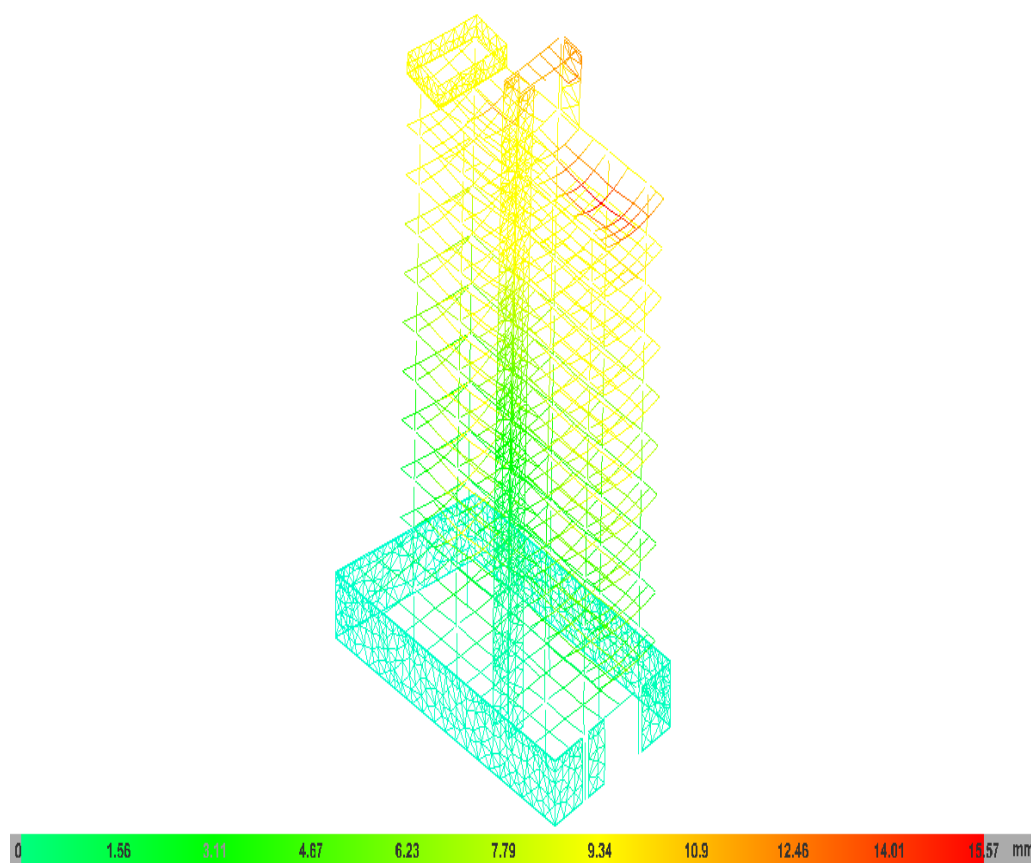


Figura 9. Deformación la estructura, deformación mínima: 0.16 cm, deformación máxima: 1.56 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 2

Tabla distorsión absoluta máxima y desplome total máximo en columnas

Bajo situaciones persistentes o transitorias	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Distorsión absoluta máxima	0.0015	0.0017
Desplome total máximo	0.0000	0.0003
Bajo situaciones sísmicas	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Distorsión absoluta máxima	0.0342	0.0347
Desplome total máximo	0.0052	0.0076

Nota: Distorsión absoluta máxima en columnas y desplome totales máximo en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias y bajo situaciones sísmicas. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 3

Tabla desplazamientos en columnas

Desplazamiento Máximo en columnas (cm)			
Situaciones persistentes o transitorias			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C3	0,368	1,152	0,371
Situaciones sísmicas (cm)			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C6	18,979	27,765	0,708

Nota: Desplazamientos máximos en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias y bajo situaciones sísmicas. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.


Tabla 4

Tabla resumen cuantías de obra

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Losas	1629.73	166.34	21250
Vigas	816.88	394.65	55967
Muros	1109.24	136.90	14850
Muros de bloques de concreto		0.35	55
Columnas	579.62	70.88	21747
Total	6094.76	769.12	113869

Nota: Resumen de cuantías o cantidades de obra (Concreto – Refuerzo). Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

11.6 Particiones de mampostería maciza de concreto

 Editar grupos

Nombre	Categoría de uso	Q (t/m ²)	CM (t/m ²)	Proceso constructivo
Losa 12 - Fondo tanque	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Piscina	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Losa 11 - Cubierta (Terraza)	Uso 1	0.50	0.48	Editar
Losa 10 - Piso 10 (Altillo)	Uso 1	0.18	0.56	Editar
Losa 9 - Piso 9	Uso 1	0.18	0.63	Editar
Forjados 6 a 8	Uso 1	0.18	0.63	Editar
Forjados 2 a 5	Uso 1	0.18	0.63	Editar
Losa 1 - Piso 1 (Lobby)	Uso 1	0.25	0.17	Editar

Figura 10. Cargas vivas y muertas introducidos en el programa. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

11.6.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas para particiones macizas de concreto.

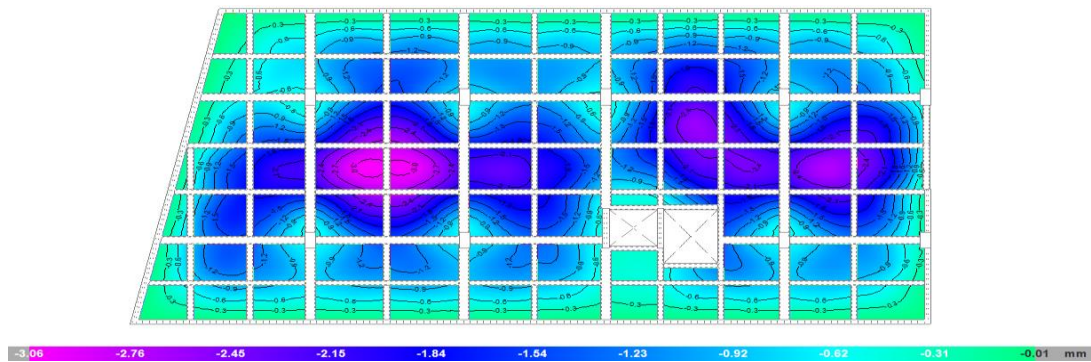


Figura 11. Desplazamiento horizontal losa 12, desplazamiento mínimo: 0.001 cm, desplazamiento máximo: 0.31 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

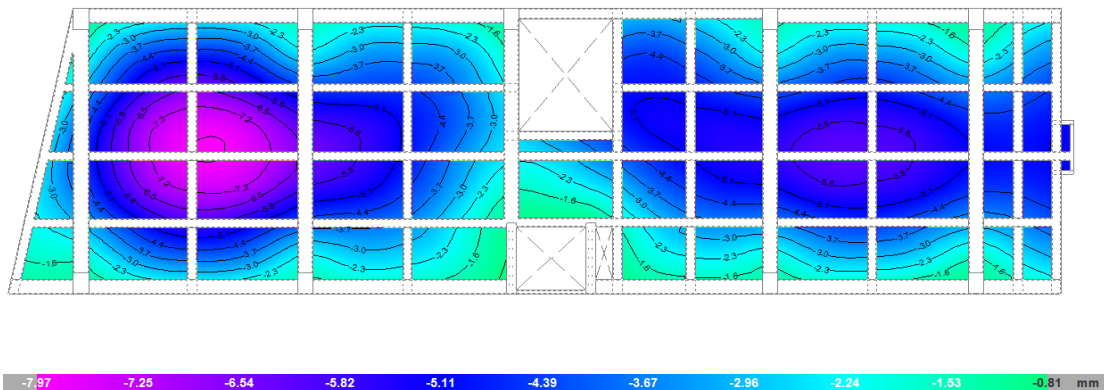


Figura 12. Desplazamiento horizontal losa 2 a la 5, desplazamiento mínimo: 0.08 cm, desplazamiento máximo: 0.80 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

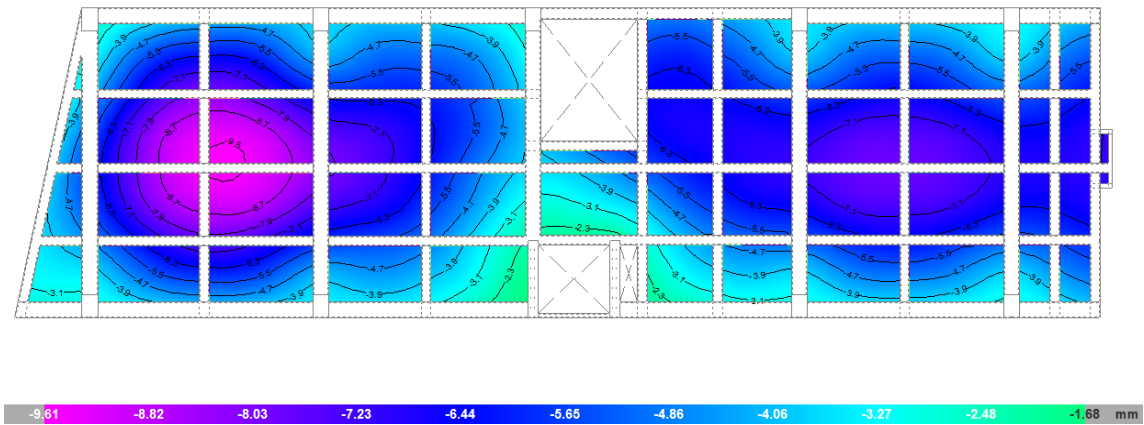


Figura 13. Desplazamiento horizontal losa 6 a la 8, desplazamiento mínimo: 0.17 cm, desplazamiento máximo: 0.96 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

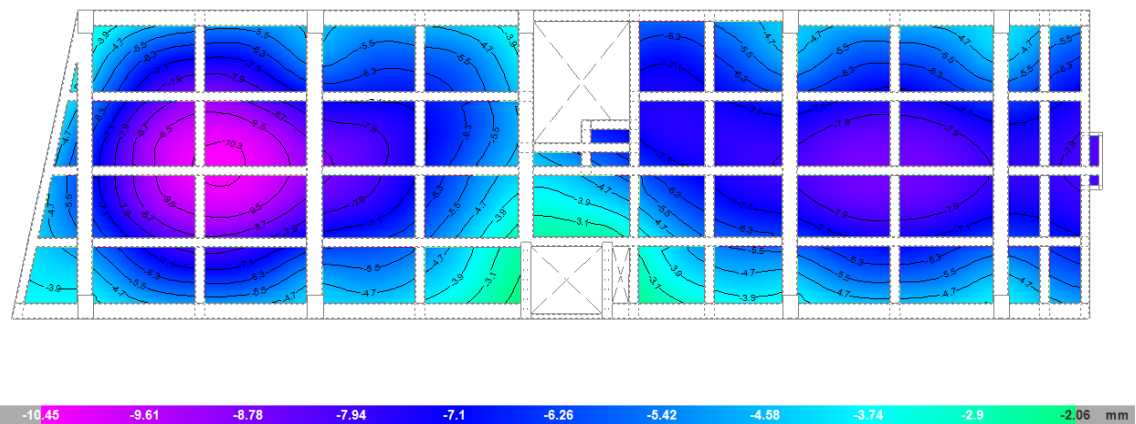


Figura 14. Desplazamiento horizontal losa 9, desplazamiento mínimo: 0.21 cm, desplazamiento máximo: 1.45 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

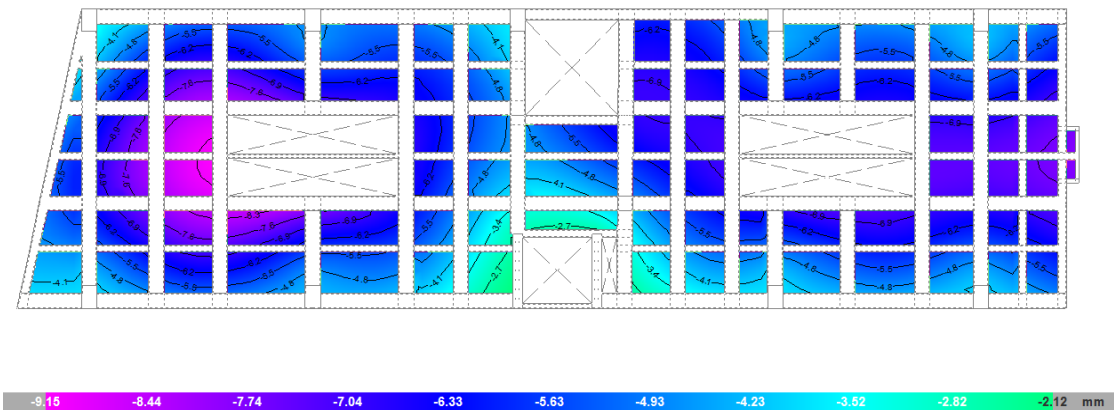


Figura 15. Desplazamiento horizontal losa 10, desplazamiento mínimo: 0.21 cm, desplazamiento máximo: 0.92 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

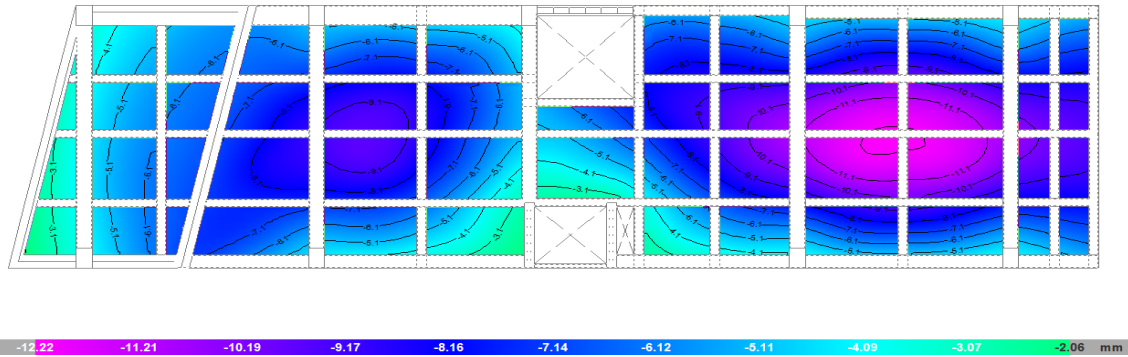


Figura 16. Desplazamiento horizontal losa 11, desplazamiento mínimo: 0.21 cm, desplazamiento máximo: 1.22 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

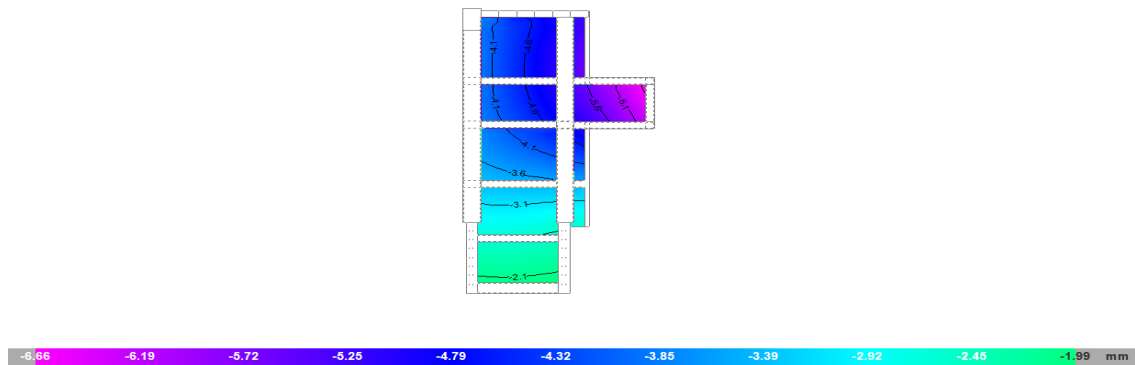


Figura 17. Desplazamiento horizontal losa 12, desplazamiento mínimo: 0.20 cm, desplazamiento máximo: 0.67cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

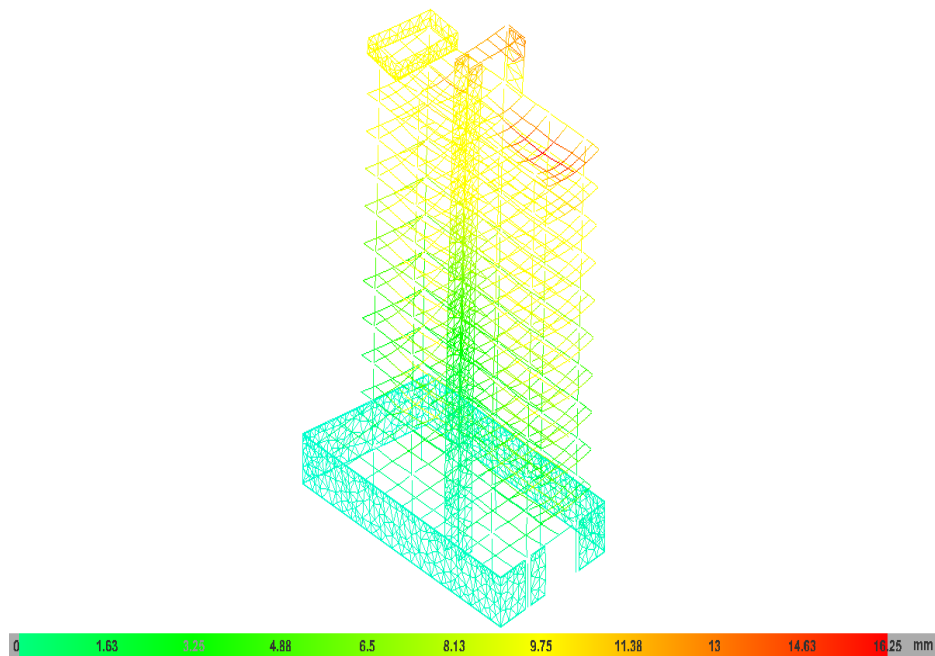


Figura 18. Deformación la estructura, deformación mínima: 0.16 cm, deformación máxima: 1.63 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 5

Tabla distorsión absoluta máxima y desplome total máximo en columnas

Bajo situaciones persistentes o transitorias	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Distorsión absoluta máxima	0.0016	0.0017
Desplome total máximo	0.0000	0.0003
Bajo situaciones sísmicas	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Distorsión absoluta máxima	0.0360	0.0364
Desplome total máximo	0.0055	0.0080

Nota: Distorsiones máximas y desplomes totales máximos en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias (normales) y situaciones sísmicas teniendo en cuenta la dirección X y la dirección Y. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 6

Tabla desplazamientos en columnas

Desplazamiento Máximo en Columnas (cm)			
Situaciones Persistentes o Transitorias			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C3	0,380	1,213	0,387
Situaciones Sísmicas (cm)			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C3	20,010	21,135	0,767

Nota: Desplazamientos máximos en columnas considerando situaciones persistentes o transitorias (normales) y bajo acciones sísmicas, teniendo en cuenta las direcciones X, Y, Z. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 7

Tabla resumen cuantías de obra

Elemento	Superficie (m²)	Volumen (m³)	Barras (kg)
Losas	1629.73	166.34	21410
Vigas	816.88	394.65	58039
Muros	1109.24	136.90	15148
Muros de bloques de concreto		0.35	55
Columnas	579.62	70.88	24442
Total	6094.76	769.12	119094

Nota: Resumen general de cuantías de obra (Concreto – Refuerzo) que la estructura requiera. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

11.7 Particiones livianas (Drywall)

 Editar grupos

Nombre	Categoría de uso	Q (t/m ²)	CM (t/m ²)	Proceso constructivo
Losa 12 - Fondo tanque	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Piscina	Uso 1	0.00	0.00	Editar
Losa 11 - Cubierta (Terraza)	Uso 1	0.50	0.35	Editar
Losa 10 - Piso 10 (Altillo)	Uso 1	0.18	0.37	Editar
Losa 9 - Piso 9	Uso 1	0.18	0.40	Editar
Forjados 6 a 8	Uso 1	0.18	0.40	Editar
Forjados 2 a 5	Uso 1	0.18	0.40	Editar
Losa 1 - Piso 1 (Lobby)	Uso 1	0.25	0.14	Editar

Figura 19. Cargas vivas y muertas introducidos en el programa. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

11.7.1 Desplazamiento horizontal de losas, cuantías, desplazamientos, distorsión y desplome en columnas para particiones livianas.

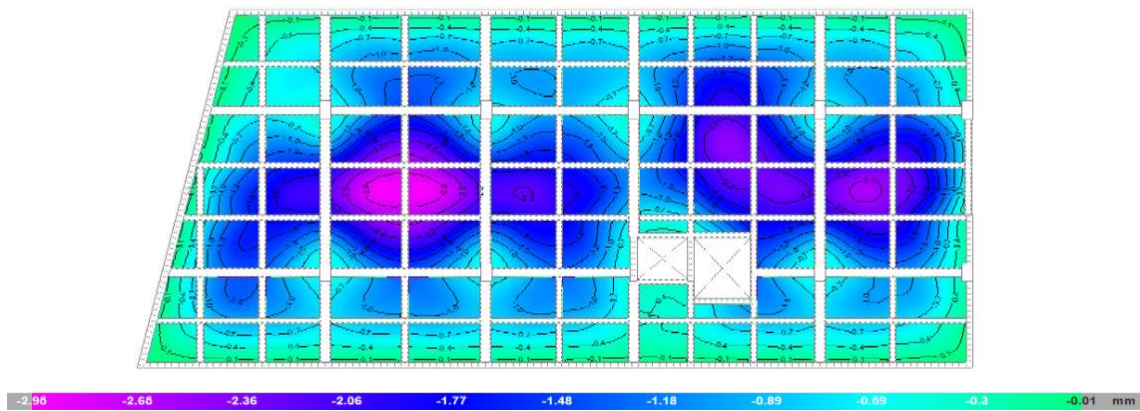


Figura 20. Desplazamiento horizontal losa 1, desplazamiento mínimo: 0.001 cm, desplazamiento máximo: 0.29 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

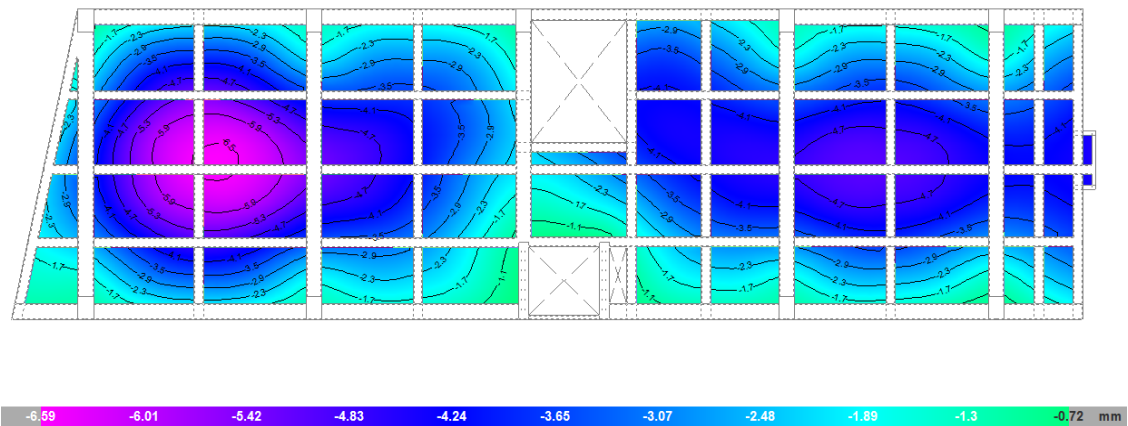


Figura 21. Desplazamiento horizontal losa 2 a la 5, desplazamiento mínimo: 0.07 cm, desplazamiento máximo: 0.66 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

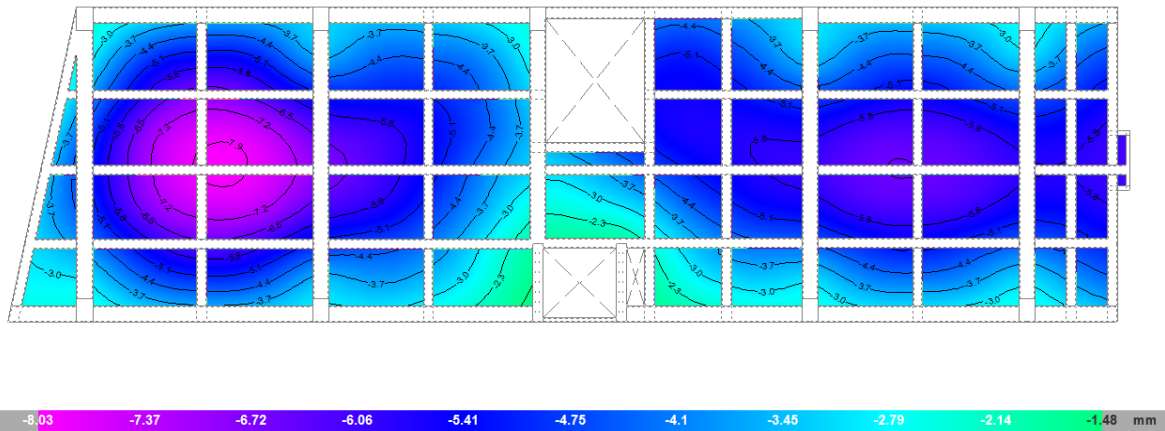


Figura 22. Desplazamiento horizontal losa 6 a la 8, desplazamiento mínimo: 0.15 cm, desplazamiento máximo: 0.80 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

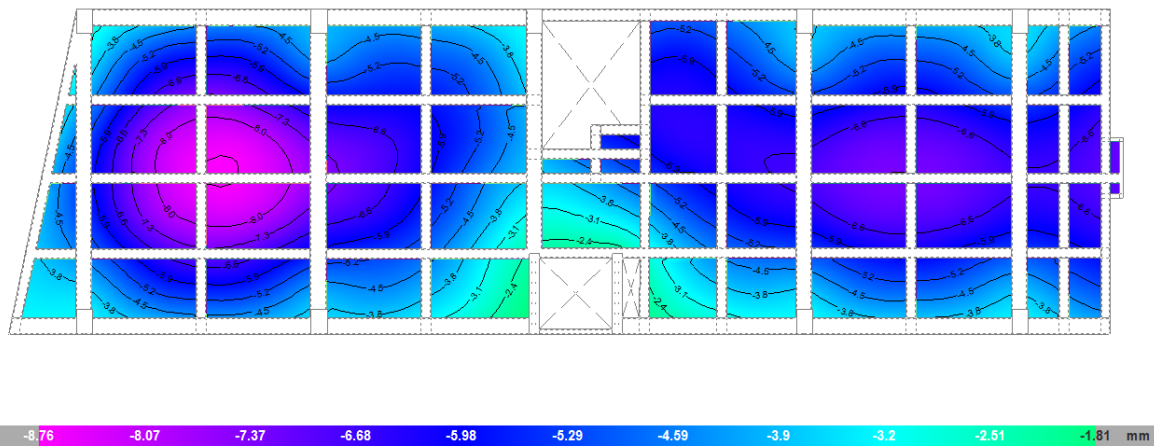


Figura 23. Desplazamiento horizontal losa 9, desplazamiento mínimo: 0.18 cm, desplazamiento máximo: 0.76 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

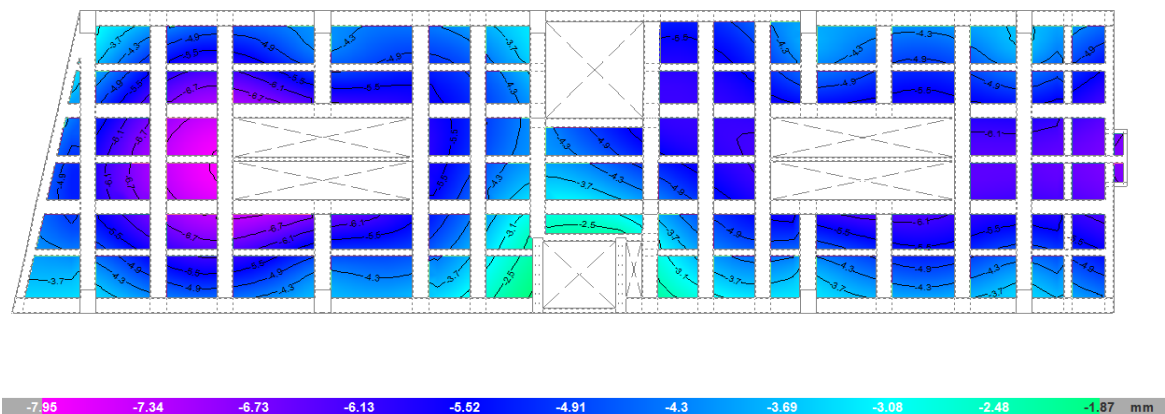


Figura 24. Desplazamiento horizontal losa 10, desplazamiento mínimo: 0.19 cm, desplazamiento máximo: 0.79 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

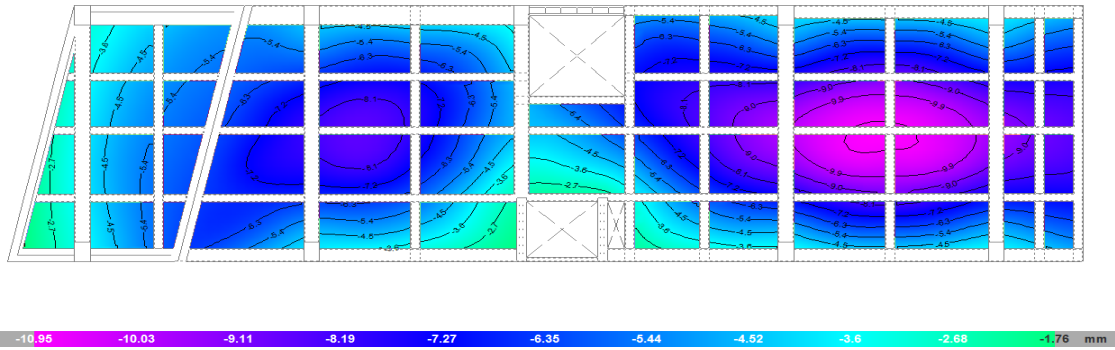


Figura 25. Desplazamiento horizontal losa 11, desplazamiento mínimo: 0.18 cm, desplazamiento máximo: 1.95 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

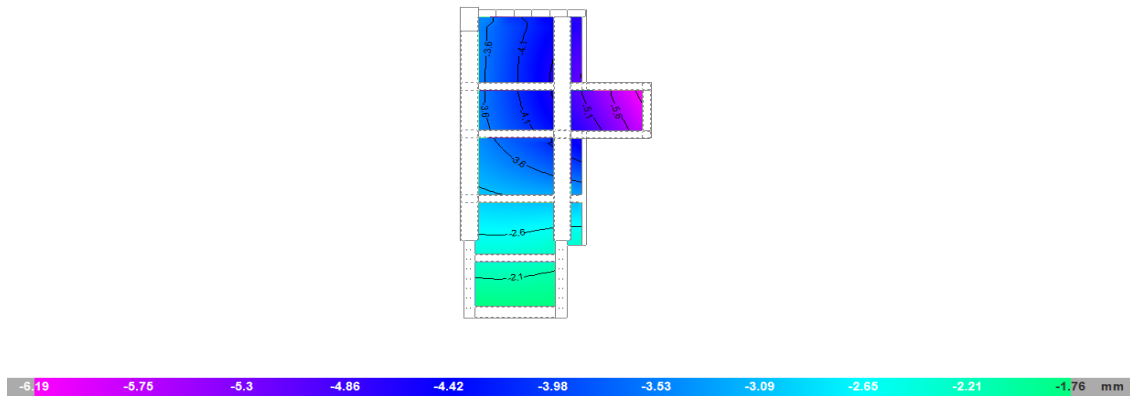


Figura 26. Desplazamiento horizontal losa 12, desplazamiento mínimo: 0.18 cm, desplazamiento máximo: 0.62cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

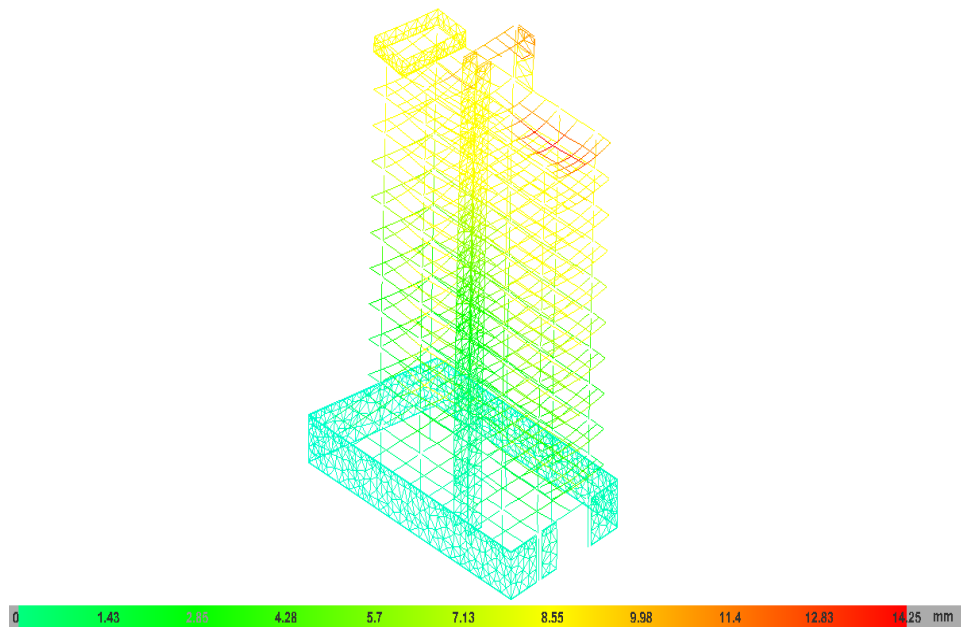


Figura 27. Deformación la estructura, deformación mínima: 0.14 cm, deformación máxima: 1.43 cm. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 8

Tabla distorsión absoluta máxima y desplome total máximo en columnas

Bajo situaciones persistentes o transitorias	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Distorsión absoluta máxima	0.0015	0.0015
Desplome total máximo	0.0000	0.0003
Bajo situaciones sísmicas	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Distorsión absoluta máxima	0.0307	0.0311
Desplome total máximo	0.0047	0.0069

Nota: Distorsiones absolutas máxima en columnas y desplomes totales máximos en columnas considerando situaciones persistentes o transitorias (normales) y situaciones sísmicas en las direcciones X, Y. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 9

Tabla desplazamientos en columnas

Desplazamiento Máximo en columnas (cm)			
Situaciones persistentes o transitorias			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C3	0,345	1,038	0,341
Situaciones sísmicas (cm)			
Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
C6	17,252	25,113	0,648

Nota: Desplazamientos máximos en columnas en direcciones X, Y, Z teniendo en cuenta las situaciones persistentes o transitorias (normales) y situaciones sísmicas en las columnas más afectadas. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 10

Tabla resumen cuantías de obra

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Losas	1629.73	166.34	20914
Vigas	816.88	394.65	52978
Muros	1109.24	136.90	13762
Muros de bloques de concreto		0.35	55
Columnas	579.62	70.88	18280
Total	6094.76	769.12	105989

Nota: Resumen de cuantías de obra (Concreto – Refuerzo) que la estructura requiera. Adaptado de “CYPECAD 2017 V.J” por J. E. Núñez. 2017.

12. Discusiones

12.1 Desplazamientos en losas

Tabla 1

Resumen desplazamientos máximos en columnas

Ubicación de Losa	Mampostería tradicional (cm)	Mampostería maciza de concreto (cm)	Particiones livianas (cm)
Losa 1 - Piso 1 (Lobby)	0,30	0,31	0,29
Losa 2 a la 5	0,75	0,80	0,66
Losa 6 a 8	0,91	0,96	0,80
Losa 9	0,99	1,45	0,76
Losa 10 (Altílo)	0,87	0,92	0,79
Losa 11 - Cubierta (Terraza)	1,18	1,22	1,95
Losa 12 (Losa Tanque)	0,65	0,67	0,62

Nota: Resumen desplazamientos máximos en columnas para particiones fijas de mampostería y particiones livianas con Drywall. Por J. E. Núñez. 2017.

Calculando la estructura con la carga que soportaría en la realidad, se distingue el sistema de particiones livianas proporcionando entre un 37.79% y 48.17% menos peso a la estructura con respecto a los sistemas de particiones fijas, lo que se traduce en un menor índice de carga, haciendo a su vez que disminuyan factores que proporcionan algún tipo de daño estructural como los que se han tenido presentes para determinar qué tipo de partición es de mayor eficiencia a nivel económico y estructural, como por ejemplo; desplazamientos en losas, cantidad de refuerzo, distorsiones y desplomes en columnas.

- ✓ En la Losa 1 o Piso Lobby el desplazamiento que se da con cargas de particiones livianas es un 3.33% y 6.45% menor, en consecuencia de lo que ocurre con particiones en mampostería tradicional y maciza de concreto.

- ✓ Considerando las losas 2 a la 5 cargadas con los tres tipos de particiones en estudio, se produce entre un 12.00% y 17.50% menores desplazamientos en las losas utilizando particiones livianas.
- ✓ De la losa 6 a la 8 el sistema de particiones livianas desarrolla un 12.09% y 16.67% menores desplazamientos, verificando así que este tipo de particiones se debería tener en cuenta en las construcciones de la ciudad de Barranquilla, tal cual se hace en países como los Estados Unidos y países bajos.
- ✓ En la losa 9 se tiene un resultado muy evidente que favorece al sistema de particiones livianas, ocasionando un 23.23% y 47.59% menores desplazamientos horizontales en la presente losa.
- ✓ Para la losa del altillo las particiones de mampostería tradicional y macizas de concreto provocan alrededor de 9.19% y 14.13% mayor desplazamiento respectivamente, frente a las inducidas por particiones livianas.
- ✓ En la losa de cubierta se tienen mayores desplazamientos usando particiones livianas, esto se debe a que a medida que se aumenta la altura de un elemento estructural, este tiende a deformarse y sufrir mayores derivas con facilidad.

Ahora, se hace la representación gráfica de los desplazamientos obtenidos por losa, según la carga real que soportaría cada una de ellas en la realidad por efecto de las particiones fijas de mampostería tradicional, particiones macizas de concreto y particiones con sistemas livianos como Drywall.

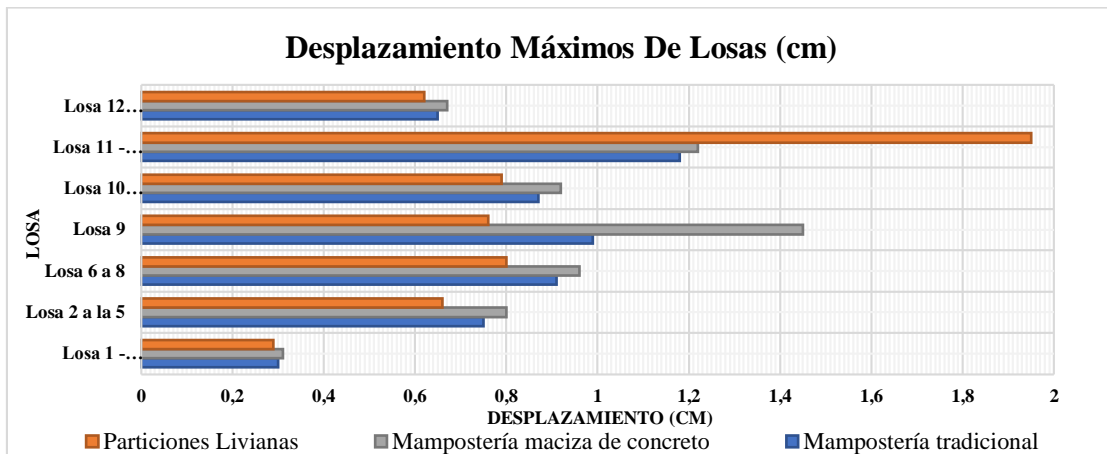


Figura 1. Aquí se observa el resultado de desplazamientos máximo en losas de acuerdo al tipo de sistema de partición utilizada, por J. E. Núñez. 2017.

Aquí se observa con mayor facilidad la ventaja que tiene la estructura en cuanto a los desplazamientos máximos en losas si se utilizan particiones livianas que en este caso es el Drywall, también se podrían utilizar otros materiales livianos como plásticos, madera e incluso vidrio templado para particiones internas y externas con su debida protección contra la humedad y otros agentes que puedan tener efectos secundarios sobre la estructura que conforma el sistema de partición elegido.

12.2 Deformaciones

Tabla 2

Resumen general deformaciones en la estructura

Tipo De Particiones	Deformación máxima (cm)
Tradicional	1,56
Maciza de concreto	1,63
Liviana	1,43

Nota: Resumen de las deformaciones la estructura bajo los de carga que soportaría en la realidad, por J. E. Núñez. 2017.

En términos de deformaciones, la estructura tiene mayores deformaciones si se usa mampostería maciza de concreto y menos deformaciones cuando se usan particiones livianas, exactamente, el sistema de particiones livianas al edificio Viverdi disminuiría en un 8.33% y 12.27% las deformaciones máximas de la estructura las cuales se producen en la parte más elevada del edificio.

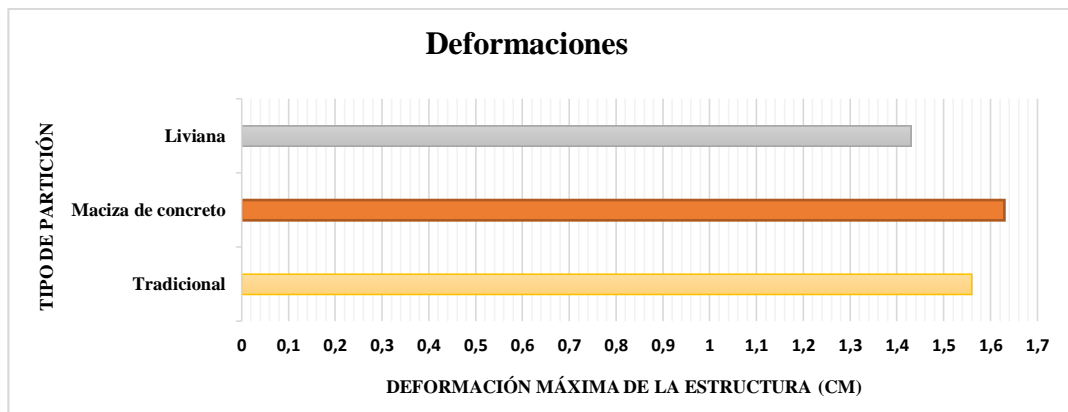


Figura 2. Representación gráfica de las deformaciones máximas de la estructura según el tipo de sistema de partición utilizado en la estructura, por J. E. Núñez. 2017.

12.3 Distorsiones en columnas

Tabla 3

Resumen distorsión absoluta máxima en columnas bajo situaciones transitorias

Tipo de partición	Bajo situaciones persistentes o transitorias	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Tradicional	Distorsión absoluta máxima	0.0015	0.0017
Maciza de concreto	Distorsión absoluta máxima	0.0016	0.0017
Liviana	Distorsión absoluta máxima	0.0015	0.0015

Nota: Resumen de distorsiones máximas en las columnas mayormente afectadas bajo las situaciones persistentes o transitorias (normales) y los efectos de valores de carga real que soportaría la estructura en la realidad, por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 4

Resumen distorsión absoluta máxima en columnas bajo situaciones sísmicas

Tipo de partición	Bajo situaciones sísmicas	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Tradicional	Distorsión absoluta máxima	0.0342	0.0347
Maciza de concreto	Distorsión absoluta máxima	0.0360	0.0364
Liviana	Distorsión absoluta máxima	0.0307	0.0311

Nota: Resumen de distorsiones máximas en columnas bajo situaciones sísmicas y los efectos de valores de carga real que soportaría la estructura en la realidad para las direcciones X, Y, por J. E. Núñez. 2017.

Considerando situaciones transitorias o normales, tenemos que tanto para particiones livianas como para particiones en mampostería tradicional las distorsiones máximas absolutas que se producen en las columnas son iguales, mientras que para particiones macizas de concreto las distorsiones son un 6.25% mayores respecto a las demás en dirección X. En dirección Y notamos que las distorsiones máximas en las columnas obtenidas, cargando la estructura con particiones tradicionales y macizas de concreto son iguales, y para particiones livianas, las columnas reducen en un 11.76% dichas distorsiones.

Ahora bien, bajo situaciones sísmicas las particiones livianas en dirección X llevan una ligera ventaja con respecto a las otras dos particiones, pues transmite un 10.23% menos distorsión absoluta máxima en comparación con las particiones fijas de mampostería tradicional y un 14.72% respecto a particiones macizas de concreto.

A continuación en las tablas 33 y 34 se analizan los desplomes producidos en las columnas efecto de las cargas reales que soportarían según el tipo de partición que se utilice en la estructura, bajo situaciones persistentes o transitorias (normales) y situaciones sísmicas.

12.4 Desplomes en columnas

Tabla 5

Resumen desplomes máximos en columnas

Tipo de partición	Bajo situaciones persistentes o transitorias	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Tradicional	Desplome total máximo	0.0000	0.0003
Maciza de concreto	Desplome total máximo	0.0000	0.0003
Liviana	Desplome total máximo	0.0000	0.0003

Nota: Resumen desplomes máximos en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias (normales) y los efectos de valores de carga real que soportaría la estructura en la realidad según el tipo de partición que se utilice para la estructura, por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 6

Resumen desplomes máximos en columnas bajo situaciones sísmicas

Tipo de partición	Bajo situaciones sísmicas	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Tradicional	Desplome total máximo	0.0052	0.0076
Maciza de concreto	Desplome total máximo	0.0055	0.0080
Liviana	Desplome total máximo	0.0047	0.0069

Nota: Resumen desplomes máximos en columnas bajo situaciones sísmicas y los efectos de valores de carga real que soportaría la estructura en la realidad en las direcciones X, Y, por J. E. Núñez. 2017.

El desplome total máximo obtenido en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias (normales), son iguales tanto en dirección X como en dirección Y, lo que indica que las columnas tendrían comportamientos semejantes bajo dichas condiciones. Con situaciones sísmicas, las columnas tienen menores desplomes cuando soportan el peso propio de la estructura más el de particiones livianas que cuando soporta particiones fijas, en la dirección X las columnas se benefician en un 9.62% y 14.55% fijando desplomes menos aplicando o usando sistemas de particiones livianas; en dirección Y ocurre el mismo comportamiento, los sistemas

de particiones fijas le aportan alrededor de un 9.21% y 13.75% desplomes más elevados en balance con particiones livianas en Drywall.

A continuación se analizan los desplazamientos máximos en las columnas mayormente afectadas por cada tipo de particiones y en dirección X, Y, Z para situaciones persistentes o transitorias y situaciones sísmicas.

12.5 Desplazamientos máximos en columnas

Tabla 7

Resumen desplazamientos máximos en columnas bajo situaciones transitorias

Situaciones persistentes o transitorias				
Tipo de partición	Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
Tradicional	C3	0,368	1,152	0,371
Maciza de concreto	C3	0,380	1,213	0,387
Liviana	C3	0,345	1,038	0,341

Nota: Resumen desplazamiento máximo en columnas bajo situaciones persistentes o transitorias y los efectos de valores de carga real que soportaría la estructura en la realidad, por J. E. Núñez. 2017.

Tabla 8

Resumen desplazamientos máximos en columnas bajo situaciones sísmicas

Situaciones sísmicas				
Tipo de partición	Columna	Desp. X	Desp. Y	Desp. Z
Tradicional	C6	18,979	27,765	0,708
Maciza de concreto	C6	19,888	29,020	0,738
Liviana	C6	17,252	25,113	0,648

Nota: Resumen desplazamiento máximo en columnas bajo situaciones sísmicas y los efectos de valores de carga real que soportaría la estructura en la realidad, por J. E. Núñez. 2017.

Teniendo en cuenta los resultados arrojados por el programa de análisis estructural CYPECAD, los desplazamientos máximos del grupo de columnas se encuentran en la columna 3 bajo situaciones normales o transitorias, en X las particiones macizas de concretos producen la mayor cantidad de daño con un 3.16% más desplazamientos que las particiones tradicionales y un 9.21% mayor desplazamiento que las particiones livianas; en la dirección Y las particiones livianas proporcionan 9.89% y 14.43 menores desplazamientos cotejándola con los sistemas de particiones fijas, por último, en sentido Z se esperan menores desplazamientos en la columna, cuando se carga la estructura con particiones livianas, pues aportan 8.09% y 11.89% menores desplazamientos con respecto a particiones fijas de mampostería tradicional y macizas de concreto.

Con acción sísmica en dirección X se tienen 9.10% y 13.25% desplazamientos mayores cuando se utilizan particiones fijas en comparación que cuando utilizamos particiones livianas de drywall, para el sentido Y se espera 9.55% y 13.46% menores desplazamientos en la columna usando particiones livianas, ahora, en dirección Z igualmente se disminuyen los desplazamientos un 8.47% y 12.19% bajo la utilización de sistemas de particiones livianas, las particiones macizas de concreto producen la mayor cantidad de desplazamiento con la carga real que soportaría la estructura.

12.6 Refuerzo (kg)

El kilaje total según CYPECAD, aplicando particiones fijas de mampostería tradicional fue de 113869 Kg (113.8 Tn), usando mampostería maciza de concreto el peso total de refuerzo es de 119094 Kg (119.1 Tn) y para particiones livianas se obtuvo un peso total de 105989 Kg de refuerzo con una calidad de 60000 psi, según estos valores, además recordando que se tuvieron en cuenta las mismas condiciones para el análisis de carga tales como: mismos espesores de

muros de mampostería e iguales dimensiones de columnas, vigas y losas, se tiene un ahorro total usando particiones livianas del 6.92% y 11.00% en comparación con particiones fijas de mampostería tradicional y macizas de concreto.

A continuación se puede observar una representación gráfica del total de refuerzo requerido por la estructura para particiones fijas y livianas es estudio.

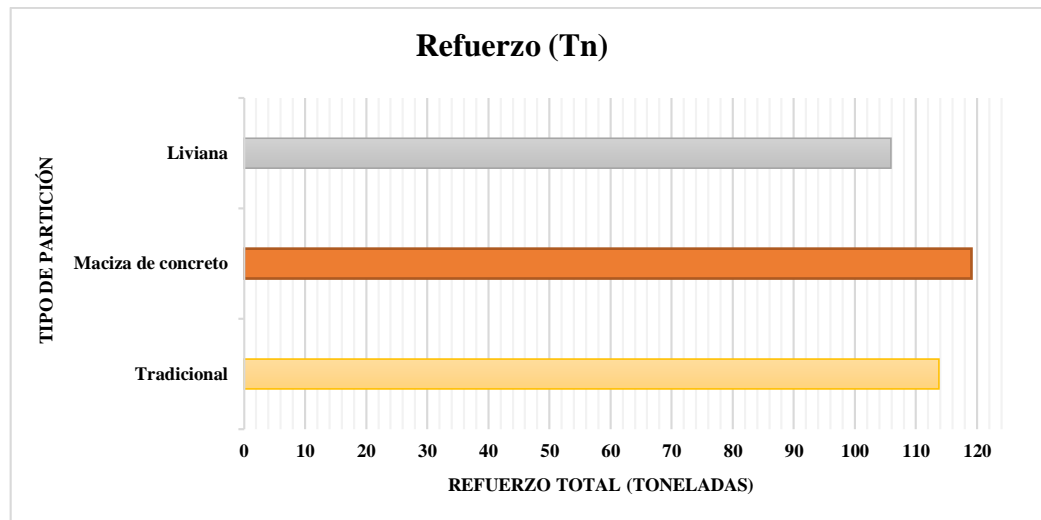


Figura 2. Representación gráfica del refuerzo requerido por la estructura según el tipo de sistema de partición utilizado en la estructura, por J. E. Núñez. 2017.

13. Costos y presupuestos

Se analizan a continuación los presupuestos de los diferentes elementos que se necesitan para la construcción de una estructura y se le agrega los costos de cada tipo de partición.

13.1 Costos

Para determinar los costos de los materiales, rendimiento, prestaciones y número de trabajadores, fue necesario utilizar dos formas que garantizaran precios acordes. Se pueden apreciar a continuación:

13.1.1 Sispac.

Revista que ofrece un boletín informativo bimestral para construir, que nació en la ciudad de Barranquilla, dirigida al gremio de arquitectos, ingenieros, contratistas, empresas constructoras y en general a todas aquellas personas interesadas en construir, en todo el caribe colombiano. Se caracteriza por ofrecer, precios de materiales por unidad, metro lineal, metro cuadrado, global y día; además costo de mano de obra, prestaciones y costos por actividades. Para el proyecto fue necesario utilizar de esta herramienta, los valores unitarios de los materiales que generalmente se mide por metro cuadrado, metro cubico, metro lineal y todo el sistema de costo que genera la mano de obra. La revista contiene los siguientes ítems:

- ✓ Índice general de temas.
- ✓ Índice de variación de costos bimestrales.
- ✓ Costos promedios por metro cuadrado.
- ✓ Distribución porcentual de costos por capítulos de obra.
- ✓ Análisis de costos de cuadrilla.

- ✓ Tarifas profesionales de ingeniería y arquitectura.
- ✓ Directorio regional de proveedores.
- ✓ Listado de precios de recursos de construcción.
- ✓ Listado de sub análisis o básicos.
- ✓ Listado de análisis unitarios de arquitectura.
- ✓ Listado de análisis unitarios de obras de civiles.

13.1.2 Promedio del mercado.

Se realizó un estudio de mercado con los tres principales proveedores de materiales de construcción en la ciudad, donde se cotizaron los materiales que se utilizan en las herramientas menores o más conocidas como herramientas de mano, debido a que el anterior recurso (Sispac) no tiene valores unitarios para estos materiales. Los precios cotizados fueron implementados en una fórmula para determinar el valor promediado del material.

$$\bar{X} = \frac{\text{suma de proveedores}}{N^{\circ} \text{ proveedores}}$$

Los resultados de cada material fueron tomados como valor de referencia en este proyecto, donde se agruparon dependiendo la actividad que se realizara en la estructura y así aplicado al respectivo APU.

A continuación se observa la tabla de herramientas menores requeridas para armaduras de acero o armaduras de refuerzo.

Tabla 1

Herramientas menores para armado de acero

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (V/U)
Flexómetro	Und	1	\$ 4.100
Bolsa de herramientas	Und	1	\$ 30.000
Pinzas	Und	1	\$ 21.000
Amarrador	Und	1	\$ 20.000
Lápiz	Und	2	\$ 1.000
Cizalla	Und	1	\$ 102.900
Disco de corte	Und	3	\$ 3.900
Total			\$ 182.900

Nota: Herramientas menores generales que son requeridas para armaduras de acero o refuerzo estructural, por J. F. Salas. 2017.

Ahora, se presenta la tabla 38, que corresponde a las herramientas necesarias para el vaciado de concreto en las losas, columnas y muros de concreto (ascensores).

Tabla 2

Herramientas para vaciado de concreto en losas, columnas y muros

Descripción	Unidad	Cantidad	V/U
Flexómetro	Und	1	\$ 4.100
Martillo	Und	2	\$ 20.000
Bolsa de herramientas	Und	1	\$ 30.000
Llana	Und	1	\$ 3.400,00
Pala	Und	1	\$ 25.600,00
Rodillo	Und	1	\$ 5.200,00
Escuadra	Und	1	\$ 6.700,00
Aspersor	Und	1	\$ 84.000,00
Balde	Und	1	\$ 4.500,00
Lápiz	Und	1	\$ 500,00
Maso	Und	1	\$ 14.000,00
Total			\$ 487.700,00

Nota: Herramientas para el vaciado de concreto en losas, columnas y muros (asesores) de la estructura del proyecto, por J. F. Salas. 2017.

Tabla 3

Herramientas menores para levante de muro y pañete

Descripción	Unidad	Cantidad	V/U
Llana	Und	2	\$ 3.400
Pala	Und	1	\$ 25.600
Paleta de albañil	Und	2	\$ 6.000
Carretilla	Und	1	\$ 110.000,00
Nivel de burbuja	Und	1	\$ 26.400,00
Balde	Und	2	\$ 4.500,00
		Total	\$ 804.100,00

Nota: Precios de herramientas para el levante de muros y pañetes, por J. F. Salas. 2017.

Tabla 4

Herramientas menores para drywall y estucado

Descripción	Unidad	Cantidad	V/U
Llana	Und	1	\$ 3.400
Paleta de albañil	Und	1	\$ 6.000
Carretilla	Und	1	\$ 110.000
Balde	Und	1	\$ 4.500
Flexómetro	Und	1	\$ 4.100
Martillo	Und	1	\$ 20.000
		Total	\$ 148.000,00

Nota: Herramientas menores para la colocación de Drywall y estucado del mismo, por J. F. Salas. 2017.

Tabla 5

Herramientas menores personales

Descripción	Unidad	Cant.	V/U
Botas	Und	1	\$ 50.000,00
Botas	Und	1	\$ 15.500,00
pantaneras			
Gafas	Und	1	\$ 5.500,00
Pantalones	Und	1	\$ 30.000,00
Camisa	Und	1	\$ 22.200,00
Guantes	Und	1	\$ 7.500,00
		Total	\$ 130.700

Nota: Herramientas menores personales para laborar en la construcción, por J. F. Salas. 2017.

13.2 Presupuesto

Las dimensiones y volumen del concreto son iguales para los cuatros presupuestos, que son: sin particiones, particiones de mampostería fija en bloque samo, particiones de mampostería fija en bloque de cemento y particiones livianas (Drywall). La diferencia sólo de refleja en la cantidad de acero para cada una de las particiones en sus elementos estructurales.

Para realizar el Análisis de Precio Unitario (APU) se tiene presente las características reflejadas en el análisis de carga. Las columnas, placas aligeradas, armado de acero y muro en concreto, son algunos de los ítems que se obtuvieron por medio de un análisis de precio unitario en una estructura sin particiones; luego se anexaron a los diferentes presupuestos de las particiones.

13.2.1 Armado de acero.

Se puede observar en las siguientes tablas el análisis de precios unitario de armado de acero por kilogramo, que corresponde a cada elemento que compone la estructura, como columnas, muros de ascensor y entrepiso. Los equipos para el trabajo de estas actividades fueron tomadas con respecto a un global de herramientas determinadas en la sección anterior. Los materiales son el acero al cual se le adiciona un desperdicio de uso. La mano de obra se divide en oficiales y ayudante, sus costos varían según el mercado laboral, tienen sus prestaciones que ondean en un 108% con respecto al jornal ganado, y su rendimiento es determinado por tablas que dependen de la actividad, así será el valor en metro cuadrado por jornal; aunque el rendimiento también depende del trabajador, el clima y características socioeconómicas.

Armado de cero de refuerzo en columnas, análisis de precios unitarios (APU)

Nota: Análisis de precios unitarios para el armado de acero de refuerzo en columnas, por J. F. Salas. 2017.

Tabla 7

Armado de acero de refuerzo en muros de ascensor, análisis de precios unitarios (APU)

Elemento:		Acero de refuerzo barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (muros de ascensor)		Ítem:		1.5	
				N°:		2,0	
				Unidad:		Kg	
I. Equipo							
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento		V.U	Totales
Herramientas menores		GL	\$ 182.900,0	0,010		\$ 1.829,0	
Herramientas de trabajo		GL	\$ 130.700,0	0,010		\$ 1.307,00	
Sub-Total							\$ 3.136,0
II. Materiales en obra							
Descripción		Unidad	Precio-Unt.	Cantidad	Desp	V.U	
Acero en barra corrugada grado 60 para figurado		KG	\$ 2.700,0	1,000	1,030	\$ 2.781,0	
Alambre negro para atar 1,30 mm de diámetro		KG	\$ 3.600,0	0,030	1,030	\$ 111,2	
Sub-Total							\$ 2.892,2
III. Transportes							
Material	Vol. - peso	Distancia	M³ - Km	Tarifa		V.U	
Sub-Total							\$ -
IV. Mano de obra							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento		V.U	
Oficial	\$ 47.112,0	108%	\$ 50.880,9	0,00		\$ 231,3	
Ayudante	\$ 27.482,0	108%	\$ 29.680,6	0,00		\$ 134,9	
						Sub-Total	\$ 366,2
Total Costo Directo							\$ 6.394,4

Nota: Análisis de precios unitarios para el armado de acero de refuerzo en muros de ascensor, calidad Fy: 60000 psi, por J. F. Salas. 2017.

Tabla 8

Armado de acero de refuerzo entrepisos, análisis de precios unitarios (APU)

Elemento:			Acero de refuerzo malla electrosoldada		Ítem:		2.4	
			calidad Fy: 70000 psi (entrepisos)		N°:		5,0	
					Unidad:		Kg	
I. Equipo								
Descripción			Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento		V.U	Totales
Herramientas menores			GL	\$ 182.900,0	0,010		\$ 1.829,0	
Herramientas de trabajo			GL	\$ 130.700,0	0,010		\$ 1.307,0	
			Sub-Total					\$
								3.136,0
II. Materiales en obra								
Descripción			Unidad	Precio-Unt.	Cantidad	Desp	V.U.	
Malla electrosoldada para reforzamiento de losa			KG	\$ 2.320,5	1,000	1,000	\$ 2.320,5	
Alambre negro para atar 1,30 mm de diámetro			KG	\$ 3.600,0	0,030	1,030	\$ 111,2	
			Sub-Total					\$
								2.431,7
III. Transportes								
Material	Vol. - Peso	Distancia	M3-Km	Tarifa		V.U		
			Sub-Total					
							-	
IV. Mano de obra								
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento		V.U		
Oficial	\$ 47.112,00	108%	\$ 50.880,96	330,00		\$ 154,2		
Ayudante	\$ 27.482,00	108%	\$ 29.680,56	330,00		\$ 89,9		
			Sub-Total				\$ 244,1	
			Total Costo Directo				\$	
							5.812,0	

Nota: Análisis de precios unitarios para armado de acero, refuerzo entrepisos (Malla electrosoldada), calidad Fy: 70000 psi, por J. F. Salas. 2017.

13.2.2 Vaciado de concreto.

El análisis de carga que se tuvo en los diferentes diseños, no incidió en el volumen del concreto, por el motivo de que no existió variación en las dimensiones de los elementos de la estructura, dando como resultados APU analizadas por metro cuadrado o metro cubico, dependiendo, e iguales para todos los presupuestos.

Los equipos se componen de las herramientas menores según la actividad, además de un sistema de encofrado parcial de metal y un vibrador de hormigón eléctrico. Para que estos elementos a construir sean realizados, se necesitan como primeramente el concreto premezclado y el servicio de autobomba, también un sistema de curado debidamente aceptado por interventoría, un desmoldante que no afecte la superficie del elemento, casetones para delimitar la placa a fundir, bocel de madera y materiales menores para trazado de elementos (hilo, mineral, clavo, etc.).

La mano de obra tendrá la misma metodología que la explicada en la sección anterior, variando solo el rendimiento por actividad.

A continuación se puede apreciar en la tabla 45, el análisis de precios unitarios, que incluyen herramientas menores y personales para desarrollar el vaciado de concreto de la losa maciza para los entrepisos, con un pesor de 10 cm. Aquí se incluye el valor del desmoldante para formaleas y también el material de aligeramiento, que este caso se usó icopore por ser liviano y su fácil transporte y manipulación en obra.

Tabla 9

Vaciado de concreto para losa maciza, análisis de precios unitarios (APU)

Elemento:			Losa aligerada e = 10 cm		Ítem:		2.3	
					N°:		3,0	
					Unidad:		(m ² - m ³)	
I. Equipo								
Descripción		unidad	Tarifa/Hora	Rendimiento	Desp	V.U	Totales	
Herramientas menores		Gl	\$ 487.700,0	0,01		\$ 4.877,0		
Herramientas de trabajo		Gl	\$ 130.700,0	0,01		\$ 1.307,0		
Sistema de encofrado parcial de metal		Día	\$ 2.812,5	8,00		\$ 22.500,0		
Vibrador para concreto		Día	\$ 3.480,0	8,00		\$ 27.840,0		
Sub-Total							\$ 56.524,0	
II. Materiales en obra								
Descripción		Unidad	Precio-Unt.	Cantidad	Desp	V.U		
Concreto 4000 psi		m ³	\$ 531.333,0	0,24	1,05	\$ 131.887,5		
Servicio autobomba concreto		m ³	\$ 40.000,0	0,21	1,05	\$ 8.764,7		
Curado de placa aligerada		m ²	\$ 550,0	1,00		\$ 550,0		
Desmoldante para formaleta (ACPM)		GLN	\$ 8.900,0	0,02	1,05	\$ 200,0		
Triplex, clavo, madera		m ²	\$ 6.450,0	0,88	1,05	\$ 6.000,0		
Casetón de icopore		m ³	\$ 128.900,0	0,26	1,05	\$ 35.663,4		
Bocel de madera		Und	\$ 3.500,0	1,41	1,05	\$ 5.200,1		
Sub-Total							\$ 188.265,8	
III. Transportes								
Material	Vol.-peso	Distancia	M3-Km	Tarifa		V.U		
Sub-Total							\$ -	
IV. Mano de obra								
Trabajad or	Jornal	Prestacion es	Jornal Total	Rendimiento		V.U		
Oficial	\$ 47.112,0	108%	\$ 50.880,9	20,0		\$ 2.544,1		
Ayudante	\$ 27.482,0	108%	\$ 29.680,6	20,0		\$ 1.484,0		
Sub-Total							\$ 4.028,1	
Total Costo Directo							\$ 248.818,0	

Nota: Análisis de precios unitarios para elementos necesarios de vaciado de concreto losa maciza de 10 cm, por J. F. Salas. 2017.

Tabla 10

Vaciado de concreto muros de ascensores, análisis de precios unitarios (APU)

Elemento:	Muros en concreto de 4000 psi- ascensores fluido			Ítem:		1.2	
				N°:		4,0	
				Unidad:		M³	
I. Equipo							
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento		V.U	Totales
Herramientas menores		GL	\$ 487.700,0	0,01		\$ 4.877,0	
Herramientas de trabajo		GL	\$ 130.700,0	0,01		\$ 1.307,0	
Sistema de encofrado parcial de metal		GL	\$ 2.812,5	8,00		\$ 22.500,0	
Vibrador para concreto (electrónico)		GL	\$ 3.480,0	8,00		\$ 27.840,0	
Sub-Total							\$ 51.647,0
II. Materiales en obra							
Descripción		Unidad	Precio-Unt.	Cantidad	Desp	V.U	
Concreto premezclado 4000 psi		m³	\$ 531.333,0	1,00	1,03	\$ 547.272,9	
Servicio de autobomba para concreto premezclado		m³	\$ 40.000,0	1,00	1,05	\$ 42.000,0	
Curado de muros en concreto		m²	\$ 6.187,5	0,30		\$ 1.856,3	
Desmoldante para formaleta (ACPM)		GLN	\$ 8.900,0	0,13	1,05	\$ 1.168,4	
Sub-Total							\$ 592.297,4
III. Transportes							
Material	Vol. - Peso	Distancia	M3-Km	Tarifa		V.U	
Sub-Total							\$ -
IV. Mano de obra							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento		V.U	
Oficial	\$ 47.112,0	108%	\$ 50.880,9	20,0		\$ 2.544,1	
Ayudante	\$ 27.482,0	108%	\$ 29.680,6	20,0		\$ 1.484,0	
Sub-Total							\$ 4.028,1
Total Costo Directo							\$ 647.972,0

Nota: Análisis de precios unitarios para elementos necesarios de vaciado de concreto para los muros de ascensores, por J. F. Salas. 2017.

Tabla 11

Vaciado de concreto en columnas, análisis de precios unitarios (APU)

				Ítem:	1.3
Elemento: Columnas en concreto 4000 psi fluido				N°:	6,0
				Unidad:	m3
I. Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	V.U	Totales
Herramientas menores	GL	\$ 487.700,0	0,01	\$ 4.877,0	
Herramientas de trabajo	GL	\$ 130.700,0	0,01	\$ 1.307,0	
Sistema de encofrado parcial de metal	GL	\$ 2.812,5	8,00	\$ 22.500,0	
Vibrador para concreto	GL	\$ 3.480,0	8,00	\$ 27.840,0	
Sub-Total					\$ 51.647,0
II. Materiales en obra					
Descripción	Unidad	Precio - Unt.	Cantidad	Desp	V.U
Concreto de 4000 psi	m ³	\$ 531.333,0	1,00	1,03	\$ 547.272,9
Servicio autobomba concreto	m ³	\$ 40.000,0	1,00	1,05	\$ 42.000,0
Curado de columnas	m ²	\$ 6.187,5	0,30		\$ 1.856,3
Desmoldante para formaleta (ACPM)	GLN	\$ 8.900,0	0,13	1,05	\$ 1.168,4
Sub-Total					\$ 592.297,4
III. Transportes					
Material	Vol. - Peso	Distancia	M ³ - Km	Tarifa	V.U
Sub-Total					\$ -
IV. Mano de obra					
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	V.U
Oficial	\$ 47.112,0	108%	\$ 50.880,9	2,00	\$ 25.440,5
Ayudante	\$ 27.482,0	108%	\$ 29.680,6	2,00	\$ 14.840,3
Sub-Total					\$ 40.280,8
Total Costo Directo					\$ 684.225,0

Nota: Análisis de precios unitarios para elementos necesarios de vaciado de concreto para las columnas de la estructura, por J. F. Salas. 2017.

13.2.3 Levante de muro mampostería fija.

El sistema de levante para un muro de mampostería fija, se puede realizar por metro cuadrado o por metro lineal, dependiendo de cómo le convendría al proyecto en su parte económica que debe ser analizada en la planificación del proyecto. Este proyecto, se realizó un APU de mampostería en bloque samo y en bloque de cemento, donde se calculó el valor por metro cuadro de cada tipo de muro; primero se calculó el número de bloque por medio de la siguiente forma:

$$\text{Numero de bloques por } m^2: 2.5 \times 5 = 12.5 \text{ bloques}/m^2$$

Tabla 12

Dimensionamiento de bloque para particiones

BLOQUE		
a (m)	b (m)	c (m)
0,20	0,40	0,10

Nota: Dimensiones de bloque para mampostería tradicional, por J. F. Salas. 2017.



Figura 1. Propiedades y dimensionamiento de bloques, por J. F. Salas. 2017.

Luego se determinó la dosificación del mortero por metro cuadrado y se suma, como se puede apreciar a continuación en las siguientes dos tablas.

Tabla 13

Levante de muro en bloque samo sin barra corrugada

Cantidades para levante de 1 m ² de muro en bloque samo 10 x 20 x 40				
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Valor Final
Muro en bloque samo	12.5	Und	\$ 1,200.00	\$ 15,000.00
Cemento 50 kg	0.0546	Bls	\$ 26,500.00	\$ 1,446.90
Arena	0.0087	m ³	\$ 35,000.00	\$ 304.50
	Total			\$ 16,751.40

Nota: Costo de levante de muro por metro cuadrado en bloque samo de 10 x 20 x 40 sin barra corrugada de refuerzo, para particiones en mampostería tradicional, por J. F. Salas. 2017.

Tabla 14

Levante de muro en bloque de cemento 10 x 20 x 40 sin barra corrugada

Cantidades para levante de 1 m ² de muro en bloque cemento 10 x 20 x 40				
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Valor Final
Muro en bloque samo	12.5	Und	\$ 1,850.00	\$ 23,125.00
Cemento 50 kg	0.0546	Bls	\$ 26,500.00	\$ 1,446.90
Arena	0.0087	m ³	\$ 35,000.00	\$ 304.50
	Total			\$ 24,876.40

Nota: Costo de levante de muro por metro cuadrado en bloque de cemento de 10 x 20 x 40 sin barra corrugada de refuerzo, para particiones en mampostería maciza de concreto, por J. F. Salas. 2017.

A continuación, en las tablas 51 y 52, se muestran los APU de los levantes de muro según tipo de mampostería fija que puede ser en bloque samo o bloque cemento es este caso; aquí se tienen en cuenta desde herramientas menores y personales hasta los materiales que unidos entres sí, conforman el muro de mampostería fija. También se incluye mano de obra, rendimiento de trabajo y personal encargado de construir, como trabajadores oficiales y ayudantes de obra.

Tabla 15

Levante de partición en mampostería fija de bloque samo, análisis de precios unitarios (APU)

Elemento:	Muro para mampostería fija, bloque samo de 10 x 20 x 40			Ítem:		1.2	
				N°:		7,0	
				Unidad:		M ²	
I. Equipo							
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento		V.U	Totales
Herramientas menores		Gl	\$ 804.100,0	0,010		\$ 8.041,0	
Herramientas de trabajo		Gl	\$ 130.700,0	0,010		\$ 1.307,0	
Taladro		Día	\$ 1.875,0	8,000		\$ 15.000,0	
Sub-Total							\$ 24.348,0
II. Materiales en obra							
Descripción		Unidad	Precio-Unt.	Cantidad	Desp	V.U	
Bloque 20 x 40 x 10 cm		Unidad	\$ 2.237,0	13	1,03	\$ 28.801,4	
Cemento gris en saco		Kg	\$ 552,0	0,14	1,03	\$ 81,9	
Arena		m ³	\$ 2.718,8	0,02	1,03	\$ 44,8	
Acero en barra corrugadas grado 60 (Fy=4200 kg/cm2) D=1/2"		Kg	\$ 2.700,0	0,63	1,03	\$ 1.752,1	
Alambre negro para atar 1,30 mm de diámetro		Kg	\$ 3.600,0	0,02	1,03	\$ 55,6	
Sub-Total							\$ 30.735,7
III. Transportes							
Material	Vol. - Peso	Distancia	M ³ -Km	Tarifa		V.U	
Sub-Total							\$ -
IV. Mano de obra							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento		V.U	
Oficial	\$ 47.112,0	108%	\$ 50.880,9	20,0		\$ 2.544,1	
Ayudante (2)	\$ 54.964,0	108%	\$ 59.361,1	40,0		\$ 1.484,1	
Sub-Total							\$ 4.028,1
Total Costo Directo							\$ 59.112,0

Nota: Análisis de precios unitarios, levante de partición en mampostería fija de bloque samo con dimensiones de 10x20x40 cm, incluyendo herramientas menores, por J. F. Salas. 2017.

Tabla 16

Levante de partición en mampostería fija de bloque cemento, Análisis de precios unitarios (APU)

Elemento:	Muro de mampostería fija en bloque de cemento 10 x 20 x 40			Ítem:		1.2	
				N°:		7,0	
				Unidad:		M ²	
I. Equipo							
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento		V.U	Totales
Herramientas menores		Gl	\$ 804.100,0	0,010		\$ 8.041,0	
Herramientas de trabajo		Gl	\$ 130.700,0	0,010		\$ 1.307,0	
Taladro		Día	\$ 1.875,0	8,000		\$ 15.000,0	
Sub-Total							\$ 24.348,0
II. Materiales en obra							
Descripción		Unidad	Precio-Unt.	Cantidad	Desp	V.U	
Bloque 20 x 40 x 10 cm		Und	\$ 998,0	13	1,05	\$ 13.098,8	
Cemento gris en saco		Kg	\$ 552,0	0,14	1,03	\$ 81,9	
Arena		m ³	\$ 2.718,7	0,02	1,03	\$ 44,8	
Acero en barra corrugadas grado 60 (Fy= 4200 kg/cm ²) D=1/2"		Kg	\$ 2.700,0	0,63	1,03	\$ 1.752,0	
Alambre negro para atar 1,30 mm de diámetro		Kg	\$ 3.600,0	0,02	1,03	\$ 55,6	
Sub-Total							\$ 15.033,1
III. Transportes							
Material	Vol. - Peso	Distancia	M ³ - Km	Tarifa		V.U	
Sub-Total							\$ -
IV. Mano de obra							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento		V.U	
Oficial	\$ 47.112,0	108%	\$ 50.880,9	20,0		\$ 2.544,1	
Ayudante (2)	\$ 54.964,0	108%	\$ 59.361,1	40,0		\$ 1.484,0	
Sub-Total							\$ 4.028,1
Total Costo Directo							\$ 43.409,0

Nota: Análisis de precios unitarios, levante de partición en mampostería fija de bloque de cemento con dimensiones de 10x20x40 cm, incluyendo herramientas menores, por J. F. Salas. 2017.

13.2.4 Estuco y pañete.

El estucado de las diferentes particiones, depende del proceso constructivo que requiere, además, siguiendo ese proceso constructivo, para mampostería fija es necesario un pañete que se tomó como una actividad a parte y se observa en el análisis de precios unitarios respectivo.

Tabla 17

Estucado de partición en mampostería fija, análisis de precios unitarios (APU)

				Ítem:		1.4	
Elemento:		Estucado por medio de sikamastic		No:		9,0	
				Unidad:		M²	
I. Equipo							
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento		V.U	
Herramientas menores		GL	\$ 148.000,0	0,01		\$ 1.480,0	
Sub-Total						\$ 1.480,0	
II. Materiales en obra							
Descripción		Unidad	Precio-Unt.	Cantidad	Desp	V.U	
Sikamastic 30 kg cuñete		m²	\$ 1.170,0	1,00	1,03	\$ 1.205,1	
Sub-Total						\$ 1.205,1	
III. Transportes							
Material	Vol.-Peso	Distancia	M3-Km	Tarifa		V.U	
Sub-Total						\$ -	
IV. Mano de obra							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento		V.U	
Oficial	\$ 47.112,0	108%	\$ 50.880,9	6,0		\$ 8.480,2	
Ayudante	\$ 27.482,0	108%	\$ 29.680,6	6,0		\$ 4.946,8	
Sub-Total						\$ 13.426,9	
Total Costo Directo						\$ 16.112,0	

Nota: Análisis de precios unitarios, estucado de particiones en mampostería fija, por J. F. Salas, 2017.

Tabla 18

Pañete de partición en mampostería fija, análisis de precios unitarios (APU)

Elemento:Pañete liso para muro			Ítem:		1.3		
			No:		8,0		
			Unidad:		M ²		
I. Equipo							
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento		V.U	Totales
Herramientas menores		Gl	\$ 804.100,0	0,01		\$ 8.041,0	
		Sub-Total					\$ 8.041,0
II. Materiales en obra							
Descripción		Unidad	Precio-Unt.	Cantidad	Desp	V.U	
cemento gris en saco		Kg	\$ 552,0	0,14	1,03	\$ 81,9	
arena		m ³	\$ 2.718,8	0,02	1,03	\$ 44,8	
		Sub-Total					\$ 126,7
III. Transportes							
Material	Vol.-Peso	Distancia	M3-Km	Tarifa		V.U	
		Sub-Total					\$ -
IV. Mano de obra							
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento		V.U	
Oficial	\$ 47.112,0	108%	\$ 50.880,9	20,0		\$ 2.544,1	
Ayudante	\$ 27.482,0	108%	\$ 29.680,6	20,0		\$ 1.484,1	
		Sub-Total					\$ 4.028,1
		Total Costo Directo					\$ 12.196,0

Nota: Análisis de precios unitarios, pañete de particiones en mampostería fija, por J.F. Salas. 2017.

La aplicación del estuco en una partición liviana es diferentes al de mampostería, debido al tipo de material y construcción en la obra. Es más fácil en su aplicación y no se necesita que la superficie se seque; es decir, se instala el muro y se puede estucar enseguida. El estucado del drywall no es mucho, solo en las juntas que une las placas, para darle una superficie plana y no se note después de ser pintado. Por tal motivo, el estucado se colocó en el APU de la instalación de placas de drywall.



Figura 2. Particiones en Drywall para la estructura, por J. Sánchez. 2017.

13.2.5 Instalación de drywall.

Para la realización de un muro en partición liviana son necesarias dos placas de drywall con las especificaciones que se requiera. Los equipos se componen de las herramientas menores, taladro y pistola e tiro. Para realizar un metro lineal de muro, es necesario canaleta PAC 26, tornillo drywall y cinta fibra mastic. La mano de obra se compone de un oficial y un ayudante por metro lineal, su rendimiento es estimado por la revista guía y las prestaciones y jornal son iguales a la sección anterior.

El sistema es catalogado en el mundo, como el más rápido, económico y limpio con que se puede construir y lo curioso es que en Colombia todavía se sigue utilizando mampostería fija.

Tabla 19

Instalación de particiones livianas en placa de drywall, análisis de precios unitarios (APU)

				Ítem:	1,2	
Elemento:	Placa de superboard interno y externo			No:	7,0	
				Unidad:	ml	
I. Equipo						
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	V.U	Totales
Herramientas menores		Gl	\$ 148.000,0	0,01	\$ 1.480,0	
Taladro		Día	\$ 1.875,0	8,0	\$ 15.000,0	
Pistola de tiro		Und	\$ 2.875,0	1,0	\$ 2.875,0	
Sub-Total				\$ 19.355,0		
II. Materiales en obra						
Descripción		Unidad	Precio-Unt.	Cantidad	Desp	V.U
Placa de drywall		ml	\$ 19.993,0	0,4	1,03	\$ 7.001,55
canaleta PAC 26		ml	\$ 4.655,0	5,0	1,03	\$ 23.973,25
Tonillo drywall 6x1 yeso cartón		Und	\$ 17,0	15,0	1,03	\$ 262,65
sikamastic 30 kg cuñete		m²	\$ 1.170,0	0,01	1,03	\$ 12,05
Tornillo de estructura 7” 7/16		Und	\$ 13,0	8,0	1,03	\$ 107,12
cinta fibra mastic		ml	\$ 5.713,0	5,0	1,03	\$ 29.421,95
Sub-Total				\$ 60.778,6		
III. Transportes						
Material	Vol.-Peso	Distancia	M3-Km	Tarifa	V.U	
Sub-Total				\$ -		
IV. Mano de obra						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	V.U	
Oficial	\$ 47.112,0	108%	\$ 50.880,9	10,0	\$ 5.088,1	
Ayudante	\$ 27.482,0	108%	\$ 29.680,6	10,0	\$ 2.968,1	
Sub-Total				\$ 8.056,2		
Total costo directo						\$ 88.190,00

Nota: Análisis de precios unitarios, instalación de particiones livianas de Drywall, por J. F. Salas. 2017.



Figura 3. Instalación de sistema de particiones livianas en Drywall interna y externa. Adaptado de “IDECOR” por J. F. Salas, 2017.

13.2.6 Presupuesto y análisis comparativo.

El costo directo de la estructura se plantea según los resultados anteriores mediante cuadros individuales según el tipo de particiones a considerar.

A continuación se pueden apreciar los presupuestos finales según los análisis de precios unitarios realizados. El cuadro general, tabla 56, presenta las cantidades de concreto y acero de refuerzo; la tabla 57 corresponde al presupuesto de la estructura más las particiones en bloque samo para un sistema fijo de mampostería tradicional. En la tabla 58 se muestra el presupuesto de la estructura más las particiones utilizando bloque de cemento para un sistema fijo de particiones macizas de concreto; finalmente en la tabla 59, se aprecia el presupuesto de la estructura más los costos establecidos en caso de utilizar particiones livianas hechas con placas de yeso o Drywall como se conoce comúnmente en Colombia.

Tabla 20

Presupuesto de estructura sin particiones, presupuesto (total costo directo)

Cap.	Sub	Ítem	Descripción	Und	Cant	V/U 2017	V/Parcial
1.			Columnas, muros, ascensores				\$ 306.613.687,9
1	2	1.2	Muros concreto 4000 psi ascensores	m ³	137,0	\$ 647.972,0	\$ 88.772.164,0
1	3	1.3	Columnas concreto 4000 psi	m ³	70,9	\$ 684.225,0	\$ 48.497.868,0
1	4	1.4	Acero de ref. barra corrugada calidad Fy: 60000 psi (columnas)	Kg	15948,0	\$ 6.394,43	\$ 101.978.349,3
1	5	1.5	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (muros de ascensor)	Kg	10535,0	\$ 6.394,43	\$ 67.365.306,6
2.			Losas de entrepiso				\$ 823.969.580,6
2	3	2.3	Losa maciza e =10 cm	m ²	1629,7	\$ 248.818,0	\$ 405.506.159,1
2	4	2.4	Acero de ref. malla electrosoldada calidad Fy: 70000 psi (entrepisos)	Kg	19868,0	\$ 5.812,0	\$ 115.472.816,0
2	5	2.5	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (losas)	Kg	1236,5	\$ 6.394,4	\$ 7.906.902,9
2	6	2.6	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (vigas)	Kg	46147,0	\$ 6.394,4	\$ 295.083.702,5
Total costo directo							\$ 1.130.583.268,6

Nota: Cuadro general, presupuesto de la estructura sin particiones de mampostería fija ni particiones livianas, sólo se tiene en cuenta el acero de refuerzo y el concreto requeridos para los elementos estructurales (Losas de entrepisos, muros de ascensor, columnas y vigas). Por J. F. Salas. 2017.

A continuación, en la tabla 57 se representa el presupuesto de la estructura más las particiones fijas de mampostería con bloque samo.

Tabla 21

Presupuesto estructura con particiones en mampostería fija (bloque samo), presupuesto (total costo directo)

Cap.	Sub	Ítem	Descripción	Und	Cant	V/U 2017	V/Parcial
1.			Partición				\$ 339.014.037,2
			Mampostería				
1	2	1.2	Muro de mampostería fija samo 10x20x40	m ²	2929,4	\$ 59.112,0	\$ 173.162.914,5
1	3	1.3	Pañete liso para muro	m ²	5858,8	\$ 12.196,0	\$ 71.454.016,3
1	4	1.4	Estucado por medio de sikamastic	m ²	5858,8	\$ 16.112,0	\$ 94.397.106,4
2.			Columnas, Muros, Ascensores				\$ 348.982.319,8
2	2	2.2	Muros en concreto de 4000 psi-ascensores	m ³	136,9	\$ 647.972,0	\$ 88.707.366,8
2	3	2.3	Columnas en concreto 4000 psi	m ³	70,9	\$ 684.225,0	\$ 48.497.868,0
2	4	2.4	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (columnas)	Kg	19094,0	\$ 6.394,4	\$ 122.095.222,1
2	5	2.5	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (muros de ascensor)	Kg	14025,0	\$ 6.394,4	\$ 89.681.862,9
3.			Losas de entepiso				\$ 878.980.676,5
3	2	3.2	Losa maciza e =10 cm	m ²	1629,7	\$ 248.818,0	\$ 405.506.159,1
3	3	3.3	Acero de ref. malla electrosoldada calidad Fy: 60000 psi (entrepisos)	Kg	21065,0	\$ 5.812,0	\$ 122.429.780,0
3	4	3.4	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (losas)	Kg	1236,5	\$ 6.394,4	\$ 7.906.902,9
3	5	3.5	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (vigas)	Kg	53662,0	\$ 6.394,4	\$ 343.137.834,4
Total costo directo							\$ 1.566.977.033,5

Nota: Cuadro general, presupuesto de la estructura con particiones de mampostería fija tradicional (bloque samo con dimensiones de 10 x 20 x 40 cm). Por J. F. Salas. 2017.

Tabla 22

Presupuesto estructura con particiones en mampostería fija (bloque cemento), presupuesto (total costo directo)

Cap.	Sub	Ítem	Descripción	Und	Cant	V/U	V/Parcial
1.			Partición concreto hidráulico				\$ 293.013.610,1
1	2	1.2	Muro de mampostería fija en bloque de cemento 10x20x40	m ²	2929,4	\$ 43.409,0	\$ 127.162.487,4
1	3	1.3	Pañete liso para muro	m ²	5858,8	\$ 12.196,0	\$ 71.454.016,3
1	4	1.4	Estucado por medio de sikamastic	m ²	5858,8	\$ 16.112,0	\$ 94.397.106,4
2.			Columnas, muros, Ascensores				\$ 340.598.409,1
2	2	2.2	Muros en concreto de 4000 psi-ascensores	m ³	136,9	\$ 647.172,0	\$ 88.597.846,8
2	3	2.3	columnas en concreto 4000 psi	m ³	70,9	\$ 684.225,0	\$ 48.497.868,0
2	4	2.4	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (columnas)	Kg	18135,0	\$ 6.394,4	\$ 115.962.964,9
2	5	2.5	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (muros de ascensor)	Kg	13690,0	\$ 6.394,4	\$ 87.539.729,3
3.			Losas de entrepiso				\$ 870.841.917,9
3	2	3.2	Losa maciza e =10 cm	m ²	1629,7	\$ 248.818,0	\$ 405.506.159,2
3	3	3.3	Acero de ref. malla electrosoldada calidad Fy: 60000 psi (entrepisos)	Kg	20898,0	\$ 5.812,0	\$ 121.459.176,0
3	4	3.4	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (losas)	Kg	1236,5	\$ 6.394,4	\$ 7.906.902,9
3	5	3.5	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (vigas)	Kg	52541,0	\$ 6.394,4	\$ 335.969.679,8
Total costo directo							\$ 1.504.453.936,9

Nota: Cuadro general, presupuesto de la estructura con particiones de mampostería fija (bloque de cemento con dimensiones de 10 x 20 x 40 cm). Por J. F. Salas. 2017.

Tabla 23

Presupuesto de estructura con particiones livianas, presupuesto (total costo directo)

Cap.	Sub	ITEM	Descripción	Und	V/U 2017	Cant	V/Parcial
1.			Partición liviana				\$ 210.893.156,5
1	2	1.2	Placa de superboard interno y externo	ML	\$ 88.190,0	2391,4	\$ 210.893.156,5
2.			Columnas, Muros, Ascensores				\$ 318.890.138,2
2	2	2.2	Muros en concreto de 4000 psi-ascensores	m ³	\$ 647.972,0	136,9	\$ 88.707.366,8
2	3	2.3	Columnas en concreto 4000 psi	m ³	\$ 684.225,0	70,9	\$ 48.497.868,0
2	4	2.4	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (columnas)	Kg	\$ 6.394,4	15833,0	\$ 101.242.990,1
2	5	2.5	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (muros de ascensor)	Kg	\$ 6.394,4	12580,0	\$ 80.441.913,4
3.			Losas de entrepiso				\$ 846.026.857,78
3	2	3.2	Losa maciza e =10 cm	m ²	\$ 248.818,0	1629,7	\$ 405.506.159,2
3	3	3.3	Acero de ref. malla electrosoldada calidad Fy: 70000 psi (entrepisos)	Kg	\$ 5.812,0	20401,0	\$ 118.570.612,0
3	4	3.4	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (losas)	Kg	\$ 6.394,4	1236,5	\$ 7.906.902,9
	5	3.5	Acero de ref. barras corrugada calidad Fy: 60000 psi (vigas)	Kg	\$ 6.394,4	49112,0	\$ 314.043.183,7
Total costo directo							\$ 1.375.810.152,5

Nota: Cuadro general, presupuesto de la estructura con particiones livianas (Placas de Drywall o superboard, interno y externo). Por J. F. Salas. 2017.

14. Discusiones costos y presupuesto

Si se detallan los totales de costos directos de cada presupuesto, se pueden observar las diferencias según el tipo de particiones, además entre los dos tipos de mampostería existen diferencias, y en las particiones livianas se hace más perceptible dichas diferencias. En las particiones livianas disminuye el costo directo debido al acero y el estucado, también por el rendimiento de construcción.

Tabla 1

Resumen costo directo y porcentaje de aumento

Tipo sistema	Costo directo	% de aumento	valor de aumento
Estructura sin particiones	\$1.130.583.268,6		
Estructura con particiones de mampostería fija (Bloque samo)	\$1.566.977.033,5	39%	\$ 436.393.765
Estructura con particiones de mampostería fija (Bloque cemento)	\$1.504.453.936,9	36%	\$ 373.870.668
Estructura con Particiones livianas (Drywall)	\$1.375.810.152,5	22%	\$ 245.226.884

Nota: Cuadro resumen, costo directo y porcentaje de aumento en costo de la estructura para cada uno de los tipos de particiones en estudio (Particiones fijas en mampostería tradicional con bloque samo, con bloque de cemento y particiones livianas con Drywall). Por J. F. Salas, 2017.

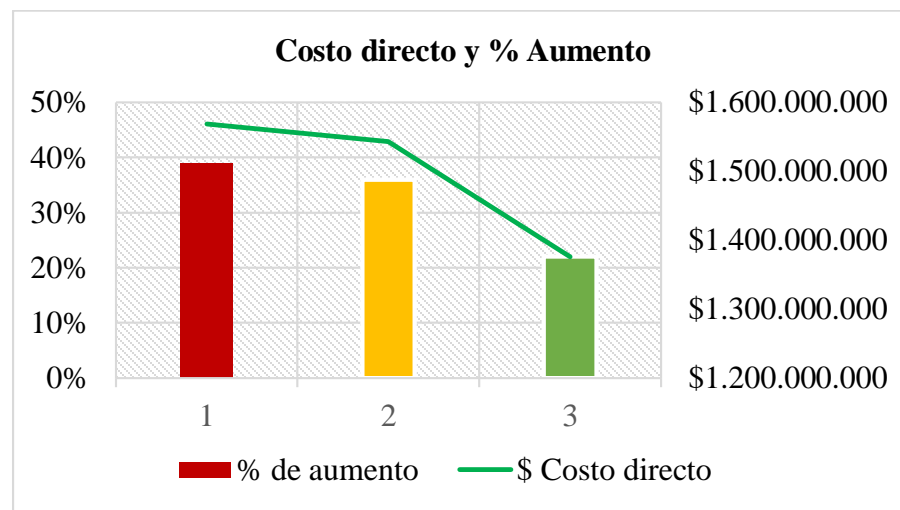


Figura 1. Representación gráfica de distribución de costo directo y porcentaje de aumento. Por J. F. Salas, 2017.

Para obtener los porcentajes de aumento se aplicó la forma de porcentaje de crecimiento, donde se resta valor inicial (estructura sin particiones) y los diferentes costos directos por partición, luego se dividió en el valor inicial y se multiplica por cien. También se puede ver una columna de valor de aumento que muestra la diferencia entre costos de cada tipo partición.

La mampostería fija se define en porcentajes muy parecidos, con un 39% para sistema en bloque samo y 36% en bloque de cemento, teniendo una diferencia entre los dos de 3%. La partición liviana logro un porcentaje de 22%, siendo la partición con menor aumento según el costo directo de la estructura sin partición y el anexo de las particiones. La diferencia entre la mampostería fija es de aproximadamente 14% a 16% respectivamente.

15. Conclusiones

Se logró hacer el análisis de carga en una estructura con las características de tendencia sobre cómo se está construyendo en la ciudad de Barranquilla.

Después de haber evaluado los valores mínimos alternativos de carga para sistemas de particiones de mampostería fija y particiones livianas, se concluye que la incidencia de estos valores es bastante significativa, pues comparando los resultados de la estructura con las cargas que soportaría en la realidad, podemos observar claramente que las variables como: desplazamientos en losas, distorsión, desplomes y desplazamientos de columnas, aumentan un promedio total de 13% aproximadamente.

Las particiones livianas son las más amigables con la estructura, proporcionando los porcentajes más bajos en daños para la estructura y tiene un gran impacto en el costo directo del proyecto, llevando clara ventaja económica en referencia a sistemas de particiones fijas de mampostería, pues tiene una diferencia del 13% y 16% menos aumento en el costo directo del proyecto en comparación con particiones fijas de mampostería tradicional y particiones macizas de concreto.

16. Recomendaciones

- ✓ En referencia a los resultados obtenidos del análisis de carga y el comparativo de costos y presupuestos, se recomienda que en la ciudad de Barranquilla y además en otras ciudades de Colombia se masifique el uso de particiones livianas (Drywall y otros sistemas innovadores) en pequeños y grandes proyectos. Este es un material sísmicamente resistente, flexible, liviano, resistente al fuego, económico, de rápida y fácil instalación. Por otra parte, este sistema aporta los menores índices de daños estructurales frente a sistemas pesados y costosos como son las particiones fijas de mampostería. Así, de esta manera se reducirían los costos por dos razones; por la economía material, y porque se tendría un ahorro importante en mano de obra, reduciendo el tiempo de instalación.
- ✓ Utilizar sistemas de particiones livianas tanto para interiores como para exteriores, aprovechando los acabados estéticos y de alta calidad que brindan estos sistemas, o emplear métodos mixtos; particiones fijas para exteriores y livianas para interiores, facilitando futuras remodelaciones internas no estructurales.

Referencias

- Carvalho, A. (2002). Cork as a lightweight partition material economical and acoustical analyses. Civil Engineering Department, College of Engineering, University of Porto, Portugal. Recuperado de <https://web.fe.up.pt/~carvalho/beijiahs.htm>
- Association of Architectural Aluminium Manufacturers of South Africa. (2004). *General Specification For Drywall Partitions And Lightweight Internal Walls* (Segunda edición). Recuperado de <http://www.supertecceilings.co.za/wp-content/uploads/2013/02/SABISA-DRYWALL-GUIDE.pdf>
- Road, M. (mayo, 2016). Building and Construcction Authority. *Drry Internal Partition Walls for Quality Homes*, 1-6. Recuperado de https://www.bca.gov.sg/SustainableConstruction/others/dry_wall_flyer.pdf
- Canadian Masonry Contractors Association. (2016). Structural Masonry Cost Guide . Canadá. Recuperado de <http://canadianmasonrycontractors.com/training-and-education/>
- Bellet. A. (octubre, 2016). LIGNUM. *Construcción en madera*, 1-1. Recuperado de <http://www.lignum.cl/2016/10/17/edificacion-altura-impulsa-la-innovacion-madera/>
- Universitat Politècnica de València (2004). *La UPV desarrolla un ladrillo antisísmico*. Recuperado de <http://blog.proingmeca.com/2016-blog-antisismico.html>
- García, C. G. (enero, 2011). *Portafolio*. Se impone la construcción en seco, 1-2. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/impone-construccion-seco-139554>
- Griffith University. (2016). *Design Guidelines & Procedures*. (Versión 18). Recuperado de https://www.griffith.edu.au/__data/assets/pdf_file/0009/515763/10.00-Internal-Walls-and-Partitions-v18.pdf

- Juan, D. E. (2016). Barranquilla, una ciudad en constante crecimiento. La ciudad está jalonando la construcción en todo el país aportando al crecimiento de la economía. Recuperado de <https://www.elheraldo.co/local/barranquilla-una-ciudad-en-constante-crecimiento-252858>
- Idecor. (2017). *Idecor arquitectura de interiores. Productos*. Recuperado de <http://idecorperu.weebly.com/productos.html>
- Stanley, D & Gatland, II. (2004). *Lightweight Partition Design Concerns for Residential and Commercial Buildings in North America. United States*. CertainTeed Corporation, Valley Forge, Pennsylvania. Recuperado de <http://www.sandv.com/downloads/0512gat1.pdf>
- Sispac. p. (2017). *Precios de recursos*, 29(3,6,11). Recuperado de <http://www.sispac.com.co/>
- MAMETSA. (2017). *Parantes, rieles y perfiles Drywall*, 3(3). Recuperado de <http://mamet-sa.com/index.php?s=69>
- Paredes, C. (febrero, 2015). *Comparativa distintos tipos de muros: nuevos y tradicionales*, 8(3). Recuperado de http://www.paredestudio.com.ar/ventajas-desventajas-constructivos/#.WRup4mg1_IV
- Road, M. (2004). *The Buildable Wall Systems*. Singapore, 14(2). Recuperado de <https://www.bca.gov.sg/Publications/BuildabilitySeries/others/bswall.pdf>
- Rentería, Y. (2012). *Sistemas constructivos y estructurales aplicados al desarrollo habitacional*. Recuperado de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Sistemas%20constructivos%20y%20estructurales%20aplicados%20al%20desarrollo%20habitacional.pdf>.
- Rizgar, H. (agosto, 2014). *Historia del drywall*, 1(1). Recuperado de <http://www.ekonodrywall.com.pe/Novedades.php?id=47>

CYPE ingenieros S.A. (2017). CYPECAD (Versión j) [software de computación]. España.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10* (pp. 17-19). Bogotá D.C: AIS.

Barranquilla (2015). La construcción sigue disparada en Barranquilla. *El Tiempo*, 1(1), 1-1.
Recuperado de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16228295>

Drywall, ADL. (marzo, 2016). Generalidades del drywall. *¿conoce los beneficios de la construcción liviana o sistema drywall?*, 1(1). Recuperado de
http://www.adldrywall.com/blog/8_Beneficios-de-la-construcci%C3%B3n-liviana.html

Chong, J. (2014). *Sistemas constructivos* (Universidad Cesar Vallejo). Recuperado del sitio de internet de Slide Share: <https://es.slideshare.net/garciachong/drywall-19645250>

Walton. (2014). Types of masonry: Veneer masonry, 1(1). Recuperado de
http://www.waltonsons.com/wp/?page_id=19